

BIO DIVERSIDAD 2015

Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia



BIODIVERSIDAD 2015

Estado y tendencias
de la biodiversidad continental de Colombia

BIODIVERSIDAD 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Dirección del proyecto Germán I. Andrade y María Fernanda Gómez / **Comite editorial** Luz Adriana Moreno, Carlos Cubillos, Ana María Rueda y Cristina Rueda / **Dirección editorial** Andrés Barragán / **Dirección de arte, diseño y diagramación** Mateo L. Zúñiga / **Ilustración** Guillermo Torres y Diego Cobos / **Corrección de estilo** Juan Diego Mikán / **Iconografía** Carlos Cubillos y The Noun Project.

ISBN obra impresa: 978-958-8889-84-9

ISBN obra digital: 978-958-8889-85-6

Primera edición, mayo de 2016. Bogotá - Colombia. 1500 ejemplares

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2016

© .Puntoaparte Bookvertising. 2016

Impresión Panamericana Formas e Impresos S.A., quien solo figura como impresor

Los textos pueden ser citados total o parcialmente citando la fuente.

Citación de obra completa sugerida: Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). 2016. *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Citación de ficha sugerida: Cadena-Vargas, C.E. y Sarmiento C.E. 2016. *Cambios en las coberturas paramunas*. En Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

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



BioDiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia / editado por María Fernanda Gómez, Luz Adriana Moreno, Germán Ignacio Andrade y Cristina Rueda; ilustraciones de Guillermo Torres y Diego Cobos -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.

112 p.: il., col.; 23,5 x 32 cms
Incluye bibliografía, ilustraciones e índice
ISBN: 978-958-8889-84-9

1. Colombia 2. Biodiversidad -- Estado de conocimiento 3. Biodiversidad -- Investigación 4. Cambios climáticos 5. Especies 6. Biomas y ecosistemas 7. Gestión territorial 8. Factores de transformación 9. Gobernanza. 10. Colecciones biológicas I. Gómez-Ahumada, María Fernanda (Ed) II. Moreno, Luz Adriana (Ed) III. Andrade, Germán I. (Ed.) IV. Rueda, Cristina (Ed.) V. Torres, Diego (Il) VI. Cobos Diego (Il) VII. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 333.95 Ed. 23
Número de contribución: 539
Registro en el catálogo Humboldt: 14978

Catalogación en la publicación – Biblioteca Instituto Humboldt – Nohora Alvarado



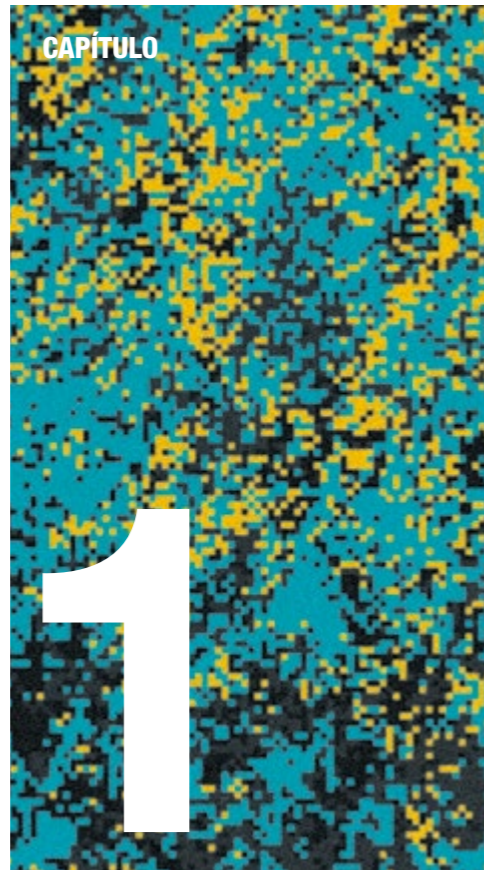
Esta publicación incluye papeles producidos a base de pulpa de caña de azúcar, libres de químicos blanqueadores y ácidos, provenientes de fuentes renovables y fabricados por proveedores certificados internacionalmente en el manejo sostenible de los bosques.

BIO DIVERSIDAD 2015

Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia



Contenidos



CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD

Fichas 101 a 109

- 101 **Las colecciones biológicas como patrimonio nacional.** Una prioridad de país
- 102 **Las colecciones biológicas del Instituto Humboldt.** Cuatro décadas de historia e investigación en la fauna y flora del país
- 103 **Inventario de la biodiversidad de Colombia a nivel de especies.** Una aproximación desde los datos abiertos
- 104 **La información genética en el contexto colombiano.** Avances en la generación de conocimiento
- 105 **Los anfibios en Colombia.** Ranas, sapos, cecillas y salamandras
- 106 **La diversidad biológica en los ecosistemas de páramo**
- 107 **Los bosques de Colombia.** Estado y disponibilidad de los productos de investigación científica generados para el país
- 108 **Registros de la biodiversidad del bosque seco tropical colombiano.** Plantas, escarabajos coprófagos y anfibios
- 109 **Los crocodilos en Colombia.** Estado del conocimiento, uso y conservación



FACTORES DE TRANSFORMACIÓN Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Fichas 201 a 207

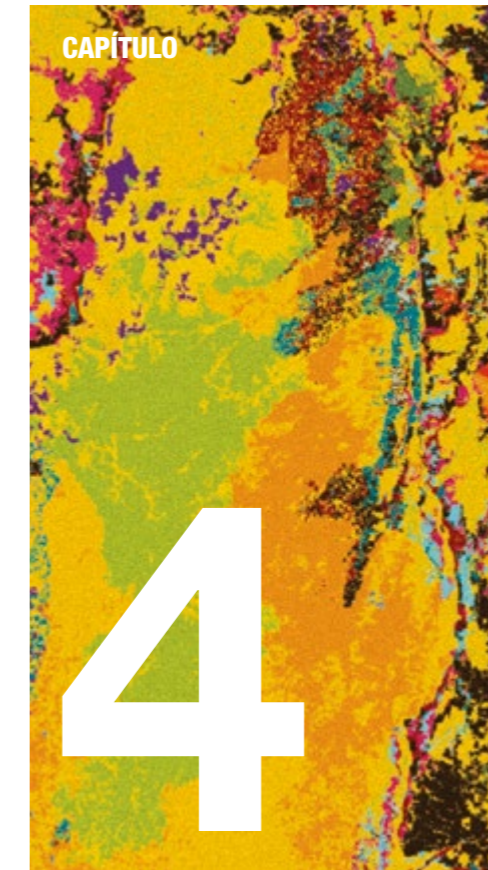
- 201 **Impacto de los Libros Rojos (2002-2012) en la conservación de los peces de agua dulce de Colombia**
- 202 **El bosque seco tropical en Colombia.** Distribución y estado de conservación
- 203 **El recurso pesquero continental en Colombia.** Riqueza, provisión y amenazas
- 204 **Cambios en las coberturas paramunas.** Las amenazas de los páramos de Colombia
- 205 **Humedales y actividades antropogénicas**
- 206 **Lista Roja de Ecosistemas Terrestres de Colombia**
- 207 **Bosques, sabanas y páramos.** Cincuenta años de transformación en los ecosistemas en Colombia



RESPUESTAS DE LA SOCIEDAD A LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Fichas 301 a 309

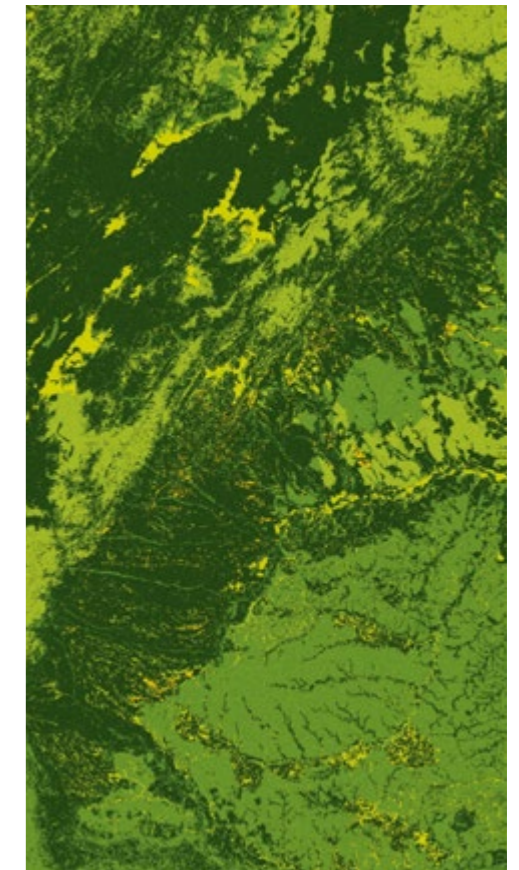
- 301 **Estrategia Nacional de Polinizadores.** Una apuesta de país
- 302 **La biodiversidad en la toma de decisiones.** Incidencia de la agenda internacional en la gobernanza de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos
- 303 **Áreas protegidas: tendencias, redes y gobernanza**
- 304 **Más allá de las áreas protegidas.** Estrategias complementarias de conservación
- 305 **El cuidado de los páramos.** Estrategias públicas, privadas y comunitarias
- 306 **La conectividad a gran escala como herramienta clave para la conservación en Colombia**
- 307 **Instrumentos jurídicos para la protección de los páramos.** Límites territoriales y jurídicos
- 308 **Restauración ecológica.** Los retos para Colombia
- 309 **Paisajes ganaderos.** Fuente potencial de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía



OPORTUNIDADES DE GESTIÓN TERRITORIAL DE LA BIODIVERSIDAD

Fichas 401 a 411

- 401 **Inclusión de valores y conflicto ambiental en la cuenca del Orotoy.** Propuesta para promover una gobernanza con visión social y ecológica
- 402 **Estrategias para la gestión integral de la biodiversidad**
- 403 **Aproximación a los conflictos por los recursos naturales**
- 404 **Biodiversidad y posconflicto.** Territorios de paz
- 405 **Relaciones biodiversidad-agua-energía.** Dilemas por el uso de energía hidroeléctrica
- 406 **Territorios colectivos y biodiversidad.** Diversidad biológica y cultural
- 407 **Beneficios regionales asociados al recurso hídrico de la alta montaña**
- 408 **Caracterización de servicios ecosistémicos en una zona del piedemonte orinoquense.** Una mirada local de biodiversidad y bienestar
- 409 **Los humedales y el bienestar humano.** Indicadores de pobreza
- 410 **Haciendo visible lo invisible.** Alarmas y oportunidades de conservación para el bosque seco tropical
- 411 **Parientes silvestres, transgénicos y la conservación de los recursos genéticos**



ANEXOS

Literatura citada
Páginas 98 a 103

Autores
Página 104

Agradecimientos y colaboradores
Página 105

Glosario
Páginas 106 y 107

Prólogo

Tendencias y escenarios
Brigitte L. G. Baptiste
Páginas 6 y 7

Introducción

Disminuyendo la brecha entre investigación y gestión
Germán Ignacio Andrade
Página 8

Resumen ejecutivo

Conexión vital para el desarrollo sostenible del país
Ana María Hernández
Página 9

Biodiversidad 2015 en cifras

María Fernanda Gómez y Luz Adriana Moreno
Páginas 10 a 13

Guía de lectura

Páginas 14 y 15

Prólogo

Tendencias y escenarios

Brigitte L. G. Baptiste

Directora General

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Miembro del Panel Intergubernamental de Biodiversidad – IPBES 2015/2018



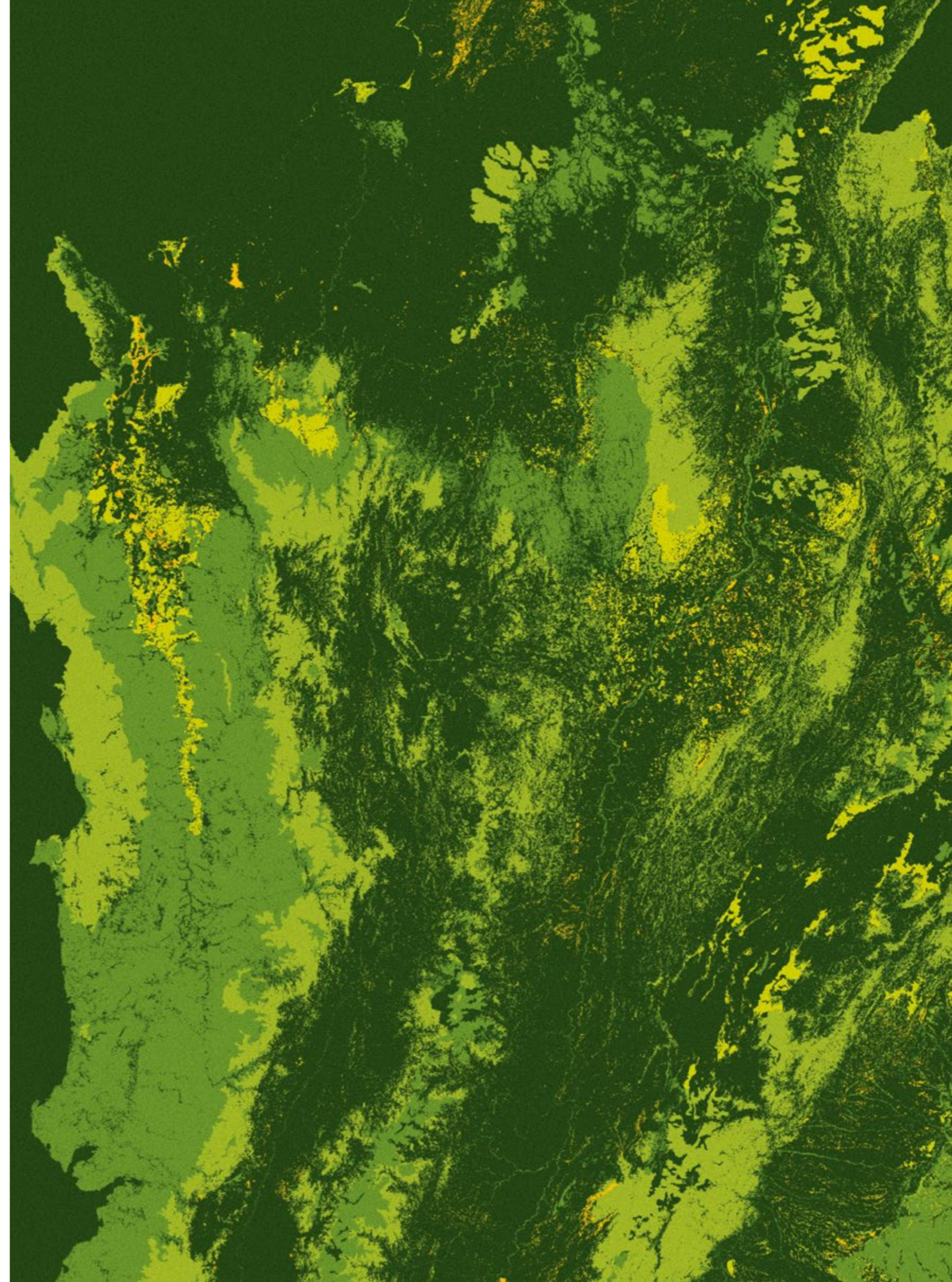

Frailejón
de Pesca,
Espeletia pescana

LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO APLICADA A LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CONSTITUYE UNO DE LOS RETOS MISIONALES MÁS IMPORTANTES DEL INSTITUTO HUMBOLDT. POR ESTE MOTIVO, PRESENTAMOS A USTEDES CON MUCHA SATISFACCIÓN ESTE NUEVO REPORTE, EL CUAL CONSTITUYE LA EVIDENCIA DE NUESTRO ESFUERZO PARA CONSTRUIR, CON MÚLTIPLES LENGUAJES, UNA LÍNEA DE TRABAJO QUE PERMITA EVALUAR TENDENCIAS Y PROYECTAR ESCENARIOS PARA LA MEJOR GESTIÓN DE NUESTROS RECURSOS BIOLÓGICOS.

El propósito de este documento es fortalecer la capacidad de agentes públicos y privados para la aplicación de la PNGIBSE, que constituye en sí misma una apuesta de interfaz entre ciencia, política y sociedad en la perspectiva de construir sostenibilidad en el desarrollo. Además de ello, representa un insumo para el seguimiento a los compromisos del país frente a convenios e iniciativas internacionales (CDB, IPBES, OCDE), así como un mecanismo pedagógico para generar interés, conciencia y apropiación de las diferentes dimensiones de la biodiversidad del país.

En esta oportunidad, el reporte avanza en el desarrollo de nuevas infografías vinculadas con diferentes fuentes de información que garantizan la calidad de los datos con los que se propone y representa el estado de la biodiversidad y de su gestión en Colombia. Incluye como novedad la presentación de material en portal web dedicado, de manera que todas las personas puedan apropiarse e interactuar con el contenido de manera más efectiva. La perspectiva es construir un modelo en tiempo real del trabajo que se desarrolla en el país para conocer, proteger, utilizar o restaurar su biodiversidad y servicios ecosistémicos, promoviendo la apropiación de todos los ciudadanos e instituciones en la tarea.

Biodiversidad 2015, es evidente, aún no está en capacidad de dar cuenta de todos los procesos de gestión de biodiversidad que se dan en Colombia, liderados por múltiples actores y a todas las escalas. Paulatinamente esperamos poder abrir el espacio para incrementar la visibilidad de todas y cada una de las iniciativas que se adelantan, a sabiendas de que la posibilidad de encontrar nuevas respuestas y mejores prácticas no depende del Instituto ni de ninguna instancia en particular, sino de la capacidad colectiva de aprendizaje. Así, esperamos que este nuevo paso en la construcción de un producto colaborativo sea del interés de todos y nos permita avanzar en esa dirección.



Introducción

Disminuyendo la brecha entre investigación y gestión

Germán I. Andrade

Subdirector de Investigaciones

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt



 Hermitaño multicolor
Phaethornis symmatophorus

ES SATISFACTORIO PRESENTAR EL REPORTE DE ESTADO Y TENDENCIAS DE LA BIODIVERSIDAD CONTINENTAL DE COLOMBIA, EN SU ACTUALIZACIÓN DE 2015. CON ESTA SEGUNDA ENTREGA ESTAMOS CUMPLIENDO CON NUESTRO MANDATO DE PRESENTAR AL PAÍS UNA VISIÓN SUCINTA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD EN EL TERRITORIO COLOMBIANO. HA QUERIDO UNA VEZ MÁS EL INSTITUTO HUMBOLDT NO SOLAMENTE PRESENTAR DATOS, CIFRAS, FIGURAS Y MAPAS SOBRE EL PANORAMA DE LA BIODIVERSIDAD, SINO HACERLO DE UNA MANERA ATRACTIVA Y PERSUASIVA PARA GANAR LA ATENCIÓN DE LOS LECTORES.

En los últimos años, hemos pasado de un informe estático, extenso y complejo, a un documento de síntesis, con lenguaje sencillo y diseño atractivo, en donde anualmente se abordan temáticas que evidencien un seguimiento juicioso de la biodiversidad. Y si bien esta publicación propone un formato con contenidos de fácil lectura y uso, el gran reto es transmitir los temas académicos y científicos al lector común, buscando la apropiación de conceptos, la generación de insumos para la toma de decisiones y, por qué no, un compromiso frente a la biodiversidad.

Para esta edición se contó con la participación de 100 autores, pertenecientes a más de 20 entidades, y siguiendo la propuesta se hizo especial énfasis en la presentación de recursos infográficos de los principales aportes cuantitativos y cualitativos de las investigaciones documentadas, pero sin perder la rigurosidad científica y solidez del conocimiento que lo respalda. En versiones posteriores, esperamos incorporar otros temas coyunturales y contar con más investigadores e instituciones que ya vienen aportando sus conocimientos y saberes sobre el estado de nuestra biodiversidad. Sea este el momento para invitar a que este reporte sea no solo conocido por muchos, sino construido de forma cada vez más participativa.

Resumen ejecutivo

Conexión vital para el desarrollo sostenible del país

Ana María Hernández

Jefe de la Oficina de Asuntos Internacionales, Política y Cooperación

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

DE ACUERDO CON EL SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA, EN EL PAÍS SE ENCUENTRAN ALREDEDOR DE 54.871 ESPECIES, SIENDO EL PRIMERO A NIVEL MUNDIAL EN AVES Y ORQUÍDEAS, EL SEGUNDO EN PLANTAS, ANFIBIOS, PECES DULCEACUÍCOLAS Y MARIPOSAS, EL TERCERO EN REPTILES Y PALMAS Y EL CUARTO EN DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS¹. EN ESTE CONTEXTO, COLOMBIA COMO PAÍS MEGADIVERSO TIENE GRANDES RESPONSABILIDADES EN LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE ESTOS RECURSOS, LO QUE DERIVA EN RETOS CADA VEZ MAYORES FRENTE AL AVANCE ACCELERADO DE PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD Y UN FINANCIAMIENTO CADA VEZ MÁS ESCASO^{2,3}.

Si bien entre las tareas del Instituto Humboldt se encuentra la de informar al país sobre la situación de su biodiversidad continental y los servicios ecosistémicos que provee, esta misión no es exclusiva de una sola entidad. El establecimiento de redes de conocimiento e información, las alianzas estratégicas y el trabajo conjunto y colaborativo con instituciones públicas y privadas, la Academia y la sociedad civil son algunas de las necesidades más apremiantes para responder a estos retos.

Más allá de informar, es indispensable que la situación actual y las tendencias futuras de la biodiversidad sean presentadas desde una óptica integrativa y holística. La naturaleza en sí misma es valorada por el hombre ya que depende de ella para vivir, y justamente los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como un puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano⁴. Esta relación íntima es lo que llamamos conexión vital, en cuyo entendimiento y adecuada gestión radica gran parte del bienestar y desarrollo del país. Por ello, el presente reporte se realiza dentro de un contexto analítico que incluye variables tanto biológicas como sociales, económicas, culturales y políticas, entendiendo estas relaciones socioecológicas en un territorio determinado como la unidad básica desde la cual debe partir la investigación.

De esta manera ha sido de gran importancia que en la elaboración de este reporte haya participado una amplia diversidad de investigadores provenientes de di-



 Magnolio
Magnolia cespidesii
Endémica

ferentes disciplinas y áreas del conocimiento, generándose así una visión transversal y de valor agregado para la planificación, manejo y gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia.

Ahora bien, un informe sobre la biodiversidad no puede ser estático frente a un escenario que se transforma en entornos cada vez más complejos. Por lo tanto, así como el enfoque ecosistémico, del Convenio sobre la Biodiversidad Biológica, establece la necesidad de generar procesos de gestión adaptable a la incertidumbre de las dinámicas en los diferentes territorios, el reporte se presenta en un formato ajustable y actualizable año tras año, lo que facilitará un seguimiento mucho más completo del estado y las tendencias de la biodiversidad en el mediano y largo plazo.

La construcción de los capítulos está basada en un “enfoque integrador de cadena de valor” que propone el Instituto Humboldt para que la investigación en biodiversidad sea relevante e incidente. De esa forma, se presenta una evolución inicial de casos desde la generación de datos, pasando por propuestas de acción, hasta llegar a la gestión de la biodiversidad desde un enfoque territorial. Así, el reporte genera propuestas y mensajes de gestión integral para la toma de decisiones, es decir, establece un modelo de interfaz ciencia-política.

En primer lugar, esta publicación presenta el escenario actual del estado de conocimiento, reafirmando la importancia de realizar un adecuado inventario de la diversidad biológica, el papel que en este juegan las colecciones biológicas y cómo la información que, desde el nivel genético hasta el de especies y ecosistemas provee el insumo para las acciones a seguir en términos de toma de decisiones para conservar y utilizar sosteniblemente nuestro capital natural. Se subraya la

necesidad de fomentar y comunicar dicho conocimiento, asumiendo una adecuada inversión en recursos físicos y humanos para responder a los retos y exigencias que demanda el país.

Posteriormente, se analizan los factores de transformación y pérdida de la biodiversidad haciendo énfasis en los impactos que se generan en especies y ecosistemas que resultan estratégicos para el país o son vulnerables por su alta importancia para el bienestar y desarrollo humano y que requieren acciones urgentes. Adicionalmente, se da cuenta de la necesidad de generar más información y esfuerzos interinstitucionales e intersectoriales para disminuir potenciales conflictos ambientales, así como la importancia de asegurar la participación pública en los procesos de monitoreo y restauración.

Como consecuencia, se proponen algunas respuestas a la pérdida de la biodiversidad, resaltando la necesidad de fortalecer la implementación de políticas públicas transversales a todos los sectores de la sociedad—incluyendo estrategias, planes o programas—e instrumentos normativos, desde lo local hasta lo internacional, para alcanzar los objetivos mínimos de desarrollo sostenible.

Finalmente, se resalta cómo la gestión territorial de la biodiversidad ofrece enormes oportunidades tanto para fomentar el desarrollo local y regional como para entender y facilitar la resolución de conflictos socioambientales y generar nuevas alternativas en el marco del posconflicto, tomando en cuenta las complejidades de un país pluriétnico y multicultural como Colombia.

Biodiversidad 2015 en cifras

Las cifras y temáticas presentadas a continuación evidencian parte de los retos y oportunidades de gestión de la diversidad biológica continental a los que se enfrenta el país actualmente. A su vez, son un reflejo de algunos proyectos desarrollados sobre diferentes niveles de la biodiversidad, incluyendo procesos socioecológicos que estaban en deuda de información o de acciones puntuales de conservación y manejo. Si bien el panorama de transformación de ecosistemas como el bosque seco, los páramos y los humedales sigue siendo preocupante, este reporte hace un llamado a reconocer otro tipo de iniciativas de conservación o gobernanza y su aporte en las estrategias institucionales. Esperamos así que *Biodiversidad 2015* incentive el trabajo articulado desde todos los sectores de la sociedad.

María Fernanda Gómez y Luz Adriana Moreno
Investigadoras
Subdirección de Investigaciones, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

36
fichas

100
autores

26
instituciones

101

203

colecciones biológicas

—registradas en el **RNC**— custodian cerca de

6.000.000

de ejemplares en **24** departamentos.

102

Las **colecciones** del Instituto Humboldt preservan más de

500.000
ejemplares,

incluidos tejidos y sonidos ambientales.

103

El **SiB Colombia** tiene disponibles más de

3.000.000

de **registros biológicos** y

58

listas de especies, gracias a la participación de instituciones públicas y privadas.

104

El Instituto Humboldt ha generado **información genética** para

152

especies de **aves** que son objeto de

tráfico ilegal.

105

Colombia es el **segundo país** con mayor número de

anfibios con

791

especies.

106

Gracias al proyecto **Fondo Adaptación** se logró ampliar el conocimiento sobre **páramo** con el aporte de

158.303
registros biológicos.

109

El país tiene

6

especies de **crocodílidos,** la mitad de ellas en alguna **categoría de amenaza.**

108

De las más de

2500

especies de

plantas

presentes en los **bosques secos,**

83

son **endémicas** para Colombia.

107

63%

de las publicaciones científicas sobre los

bosques

colombianos son de

acceso gratuito.

201

El número de especies de **peces de agua dulce** en alguna **categoría de amenaza** pasó de

45 a 81

en los últimos **10** años.

202

Originalmente el **bosque seco tropical** cubría

9.000.000

de hectáreas. Hoy queda el

8%

de la **cobertura original.**

203

84%

de la **oferta pesquera**

de la cuenca **Magdalena-Cauca** depende de

especies amenazadas.

204

En complejos de **páramos** como

Guerrero y Altiplano Cundiboyacense

las **áreas agrícolas**

y **pastos** abarcan el

47% y **78%**

de su área respectivamente.

205

24%

de las **áreas de humedal identificadas**

ha sufrido **cambios** causados por

usos antrópicos.

206

50%

de los **ecosistemas del país**

se encuentra en alguna

categoría de amenaza.

207

A **2014**

la **pérdida de ecosistemas naturales** fue de

37,5%

en **bosques,**

24,9%

en **sabanas** y

15,9%

en **páramos.**

301

Para el caso de la **producción de frutales** existe hasta un

98%
de **dependencia** con la **polinización.**

302

En

2012
el país expidió la **Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).**

303

En el país existen

6
Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (Sirap) y **4**
Sistemas Temáticos.

304

El país cuenta con

124
AICA,
6
sitios Ramsar,
5
Reservas de Biósfera y
6
sitios Unesco.

305

Casi el

50%
del área total de los **páramos** del país corresponde a **áreas protegidas.**

306

La iniciativa

Corredor Jaguar ha identificado **10**
corredores en Colombia.

307

La sentencia

035 de **2016**
de la Corte Constitucional marca un hito en cuanto al reconocimiento de los **páramos** y su interacción con instrumentos de **ordenamiento del territorio.**

308

La **Iniciativa Latinoamericana 20X20** tiene la meta de **restaurar 1.000.000**

de hectáreas para el año **2020** en Colombia.

309

Los

5
paisajes ganaderos de la Orinoquia son una fuente potencial de **conservación** de la biodiversidad en el oriente del país.

401

A partir del año **2000** el cultivo de **palma de aceite** incrementó en

236
hectáreas cada año en la cuenca del **río Orotoy, Meta.**

402

Se han identificado

13
estrategias para la gestión integral de la **biodiversidad**, en el área de influencia de Ecopetrol.

403

Según el **Atlas Mundial de Justicia Ambiental**, Colombia sirve de escenario a

115
conflictos ambientales.

404

63,6%

de las **áreas de humedal** y

34%

de los **páramos** está en **municipios priorizados para el posconflicto.**

405

71,12%
de la **oferta eléctrica** del país es generado a partir de **hidroeléctricas.**

406

El país cuenta con

696
Resguardos Indígenas,
181
Consejos Comunitarios de Comunidades Negras y

6

Zonas de Reserva Campesina.

407

La producción de **agua** proveniente de **alta montaña** en Colombia es de **66,5**
km³ cada año.

408

Entre

2002 y 2005 el recrudescimiento del **conflicto armado** reconfiguró las **dinámicas sociales, económicas y culturales** en algunos municipios de la Orinoquia.

409

En los

284 municipios donde **30%** del territorio se encuentra en **áreas de humedal** y donde viven cerca de **16.000.000**

de personas, el **Índice de Pobreza Multidimensional** llega a

75%.

410

Solo el

6,4%
del bosque seco tropical se encuentra dentro de algún **área protegida.**

411

El **arroz cultivado** (género *Oryza*) tiene

4

parientes silvestres reportados para **América Latina y el Caribe.**

Guía de lectura

LOS TEXTOS DE CADA FICHA DE BIODIVERSIDAD 2015 ESTÁN DISEÑADOS PARA INTRODUCIR, CONTEXTUALIZAR O EXPLICAR UN TEMA DE MANERA SUCINTA. EN MUCHOS CASOS SE PLANTEAN PREGUNTAS O IDEAS SOBRE UN TEMA EN PARTICULAR DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y EN EL CONTEXTO DE LA REALIDAD DEL PAÍS, ESPECIALMENTE EN CUANTO A IMPLICACIONES, RIESGOS, OPORTUNIDADES O CASOS EXITOSOS.

Estos contenidos son de carácter divulgativo y no pretenden ser revisiones exhaustivas de un tema en cuestión.

Conceptos clave destacados cuya definición o ampliación puede encontrarse en la sección Glosario del capítulo Anexos.

Referencias bibliográficas que pueden encontrarse en la sección Literatura citada del capítulo Anexos.

Título, descripción y fuente de cada gráfico o línea de tiempo.



El reporte cuenta con una versión web con contenidos complementarios que incluyen las fichas metodológicas y material de apoyo como figuras, gráficas, grabaciones, análisis adicionales y en algunos casos enlaces directos a las fuentes de información, que le darán al usuario la posibilidad de profundizar sobre el tema. Adicionalmente, está disponible el contenido de cada ficha descargable en formato pdf y su citación sugerida, el perfil de los autores, un índice temático y la bibliografía completa de todo el reporte.

Código numérico de identificación de la ficha. La primera cifra corresponde al capítulo en que la ficha está incluida; las dos siguientes, a su ubicación al interior del capítulo.

Autores de la ficha, cuyas respectivas filiaciones institucionales se encuentran en la esquina inferior derecha. Adicionalmente, puede consultarse un índice de autores en el capítulo Anexos.

104

La información genética en el contexto colombiano

Avances en la generación de conocimiento

Mulyn A. González*, Ángela María Mendoza*, Elixén Tenorio* y Eduardo Tovar*

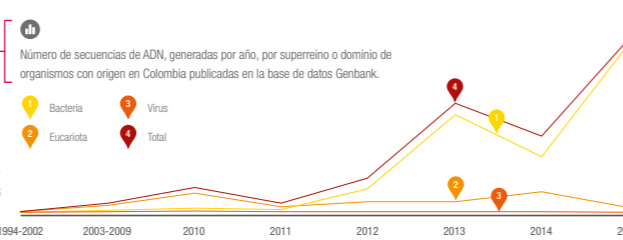
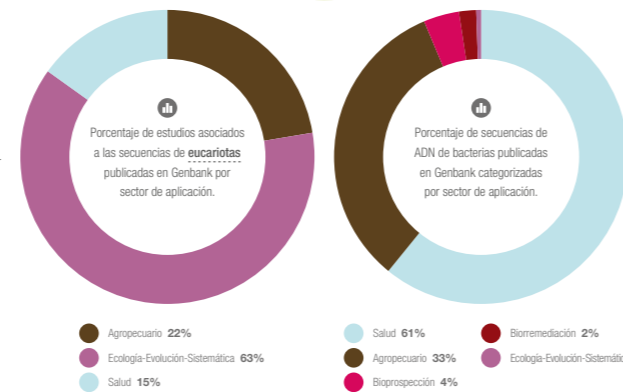
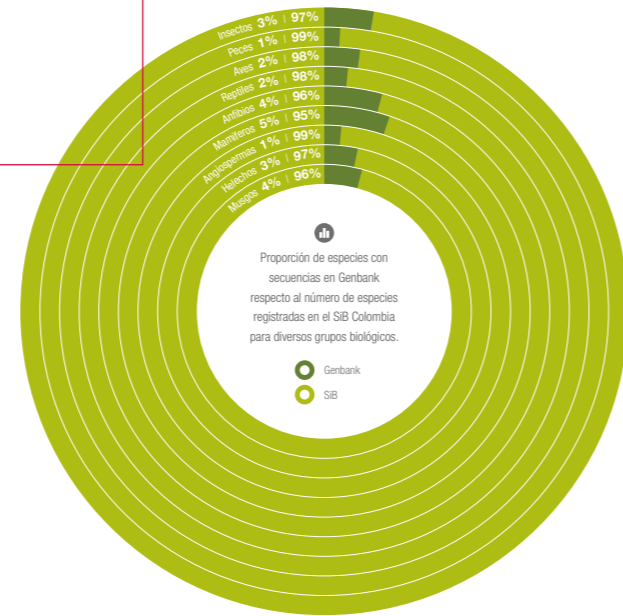
LA INFORMACIÓN GENÉTICA ES UNA HERRAMIENTA CLAVE A LA HORA DE MANEJAR Y CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD. NO OBSTANTE, EN COLOMBIA AÚN FALTA ESTUDIAR ESTE NIVEL DE VARIABILIDAD BIOLÓGICA.

Una mirada detallada sobre la biodiversidad puede revelar la información genética de los organismos. La variabilidad de moléculas tales como el ADN en las poblaciones de una especie está relacionada con el potencial de adaptación que la misma tiene frente a cambios en su ambiente^{1,2}. Información de esta naturaleza permite calcular el **flujo genético** entre poblaciones, su aislamiento o conectividad y, por ende, su vulnerabilidad a la extinción³. También es posible, en una escala de organización biológica más amplia, medir la **diversidad filogenética**, la cual cuantifica la historia evolutiva de un conjunto de especies que hacen parte de una comunidad⁴. Análisis a este nivel deben ser considerados en la priorización de áreas para la conservación ya que reflejan el potencial de respuesta al cambio de las comunidades a un **evento climático**⁵.

En Colombia, la **información genética** ha sido poco estudiada⁶. Sin embargo, el número de datos (secuencias genéticas) publicados para diversos grupos biológicos, particularmente para **bacterias**, ha aumentado significativamente en los últimos cuatro años. Una revisión de los estudios asociados con las secuencias de bacterias indica que la mayor parte de esta información se ha generado en los sectores agropecuario y de salud. En contraste, existen menos datos de secuencias publicadas en temas tan relevantes como la **bioprospección**, la **bioremediación** y las ciencias básicas.

Así mismo, la cantidad de información genética disponible para plantas y animales principalmente asociada con estudios de ecología, evolución y sistemática es muy escasa. Según información registrada a través del SIB Colombia, los grupos mejor representados tienen secuencias genéticas de apenas un 5% de las especies, lo que acentúa la necesidad de aumentar tales estudios en el país.

Versión en línea
reporte.humboldt.org.co/biodiversidad2015/cap1/104



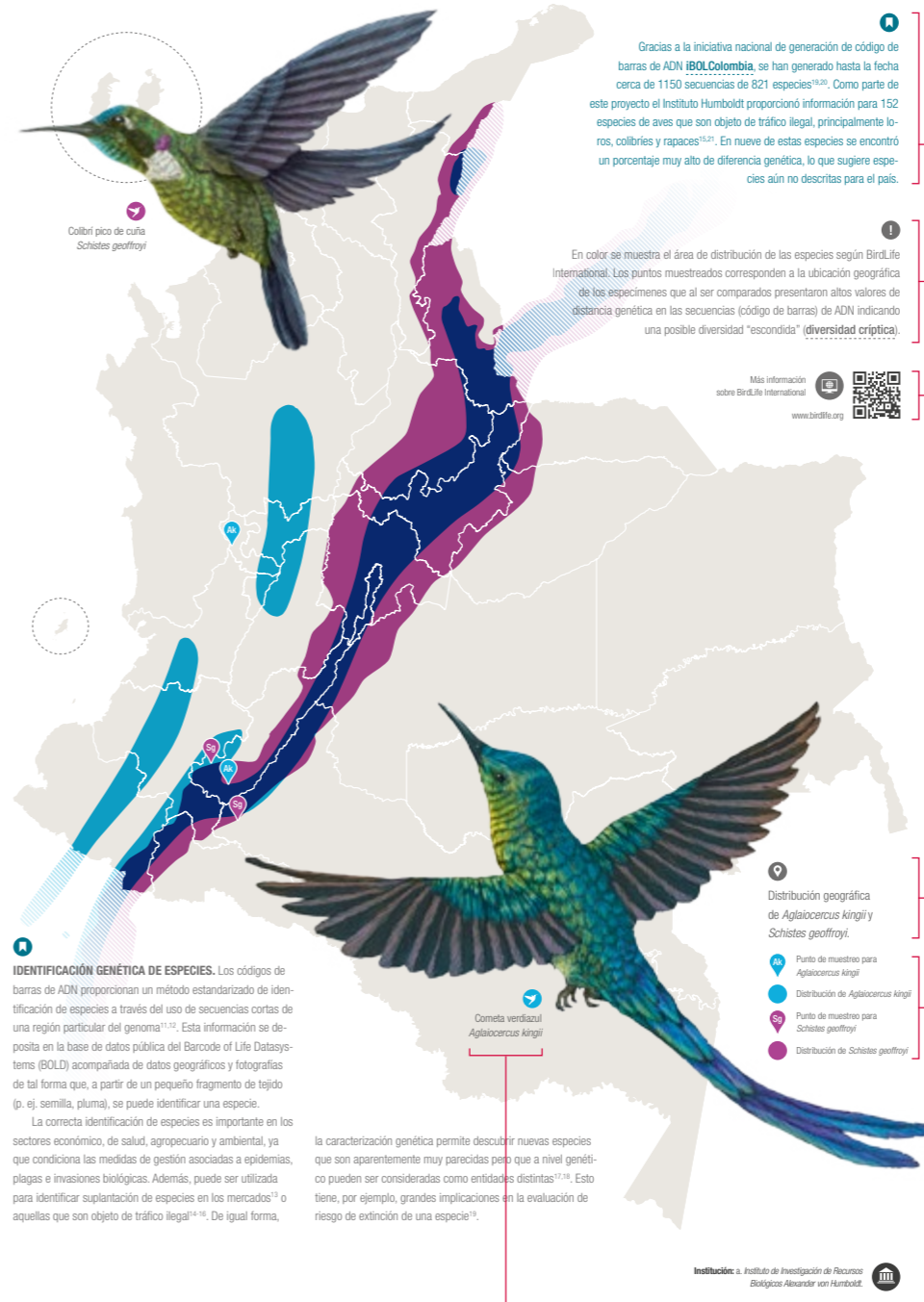
Fichas relacionadas en BIODIVERSIDAD 2014
105 | 202 | 301

Temáticas
Diversidad genética | Flujo genético | ADN | SIB Colombia

Cada ficha cuenta con un espacio web, al que se accede vía código de respuesta rápida (QR) o a través de la URL suministrada. En estos se pueden consultar la respectiva literatura citada, el detalle del proceso metodológico e información adicional de la ficha.

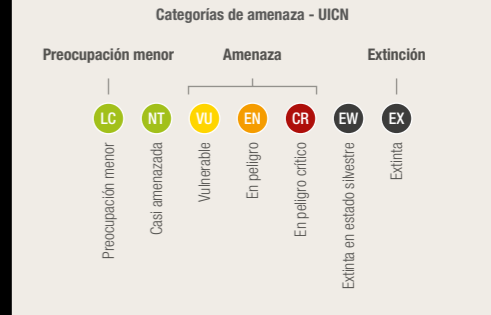
Código de las fichas publicadas en Biodiversidad 2014, con contenidos similares.

Algunos temas desarrollados en la ficha y que están presentes en otras fichas de la presente publicación



Datos referentes a las especies ilustradas, como nombre común, nombre científico, grado de amenaza en Colombia según UICN, peso promedio, entre otros.

Filiaciones institucionales de los autores.



Recuadros destacados que desarrollan temas adicionales o complementarios.

Información adicional o aclaratoria clave en la interpretación de algunos mapas o gráficos.

Este ícono indica la existencia de contenido web adicional, así como la fuente de información de la ficha cuando está disponible en línea.

Citación de ficha sugerida
González, M.A., Mendoza, A.M., Tenorio, E. y Tovar, E. 2016. La información genética en el contexto colombiano. En Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Título, descripción y fuente de cada mapa. Ningún mapa de la publicación fue concebido como una representación geográfica exacta, por lo que la escala y ubicación de algunos territorios puede variar.

Convenciones con las que cuenta cada mapa o gráfico, como escalas de color y categorías, necesarias para su lectura.

Unidades de medida

mm	Milímetro
m ³	Metro cúbico
m	Metro
km ²	Kilómetro cuadrado
km ³	Kilómetro cúbico
ha	Hectárea
Mm ³	Millones de metros cúbicos
Mw	Megavatio
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
%	Porcentaje
kg	Kilogramo
l	Litro
t	Tonelada
MWh	Megavatio por hora
GWh	Gigavatio por hora

Abreviaciones

sp.	Especie
p. ej.	Por ejemplo

**CONOCIMIENTO
DE LA
BIODIVERSIDAD**

101

Las colecciones biológicas como patrimonio nacional

Una prioridad de país

Angie Daniela González^{a,b}, Leonardo Buitrago^{a,b}, Karen Soacha^{a,b}, Iván González^a, Ricardo Ortiz^{a,b} y Néstor Beltrán^{a,b}

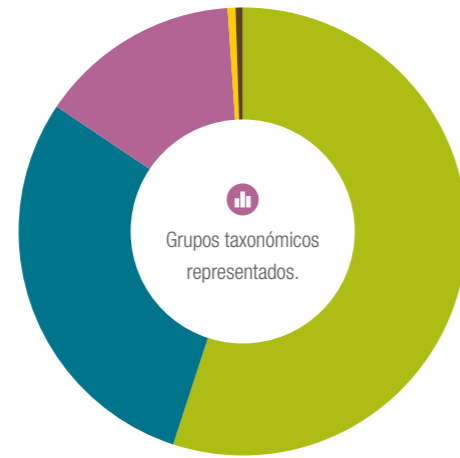
PARA GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DE LAS COLECCIONES ES NECESARIO QUE ESTAS PUBLIQUEN SU INFORMACIÓN EN LÍNEA Y QUE CUENTEN CON ESPECIALISTAS EN CAPACIDAD DE REALIZAR TAREAS DE CURADURÍA TAXONÓMICA, Y CON LOS INSUMOS NECESARIOS PARA ADMINISTRAR Y MANTENER SUS INSTALACIONES.

Colombia, país megadiverso, tiene un enorme potencial para encaminar acciones hacia un desarrollo basado en la gestión integral de la biodiversidad. Un factor vital para dinamizar esta gestión es el acceso y la calidad de la información¹.

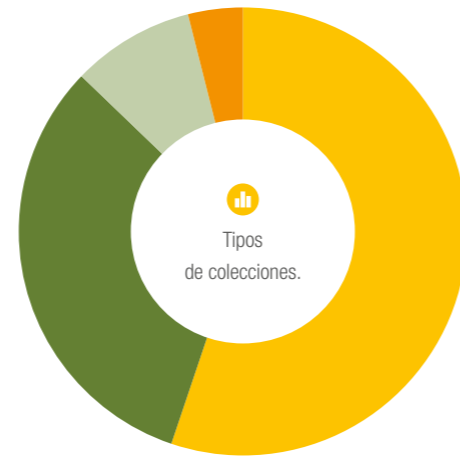
Aunque a nivel global las colecciones biológicas constituyen una fuente invaluable de información e innovación, su labor no suele ser reconocida². En el ámbito nacional la situación es similar pues la mayoría de las colecciones locales no cuenta con suficiente presupuesto para mantener el personal, la infraestructura y los equipos necesarios para garantizar su permanencia y para potenciar su consulta y uso. Aun así, iniciativas tales como el Inventario Nacional de la Biodiversidad y la Estrategia Nacional de Monitoreo, que consolidan información sobre la biodiversidad en el marco de un inventario actualizado, verificable, confiable y replicable, dependen del material preservado en las colecciones biológicas³.

Para mantener en el tiempo el patrimonio natural y cultural, plasmado en las 203 colecciones biológicas que custodian cerca de 6 millones de ejemplares de fauna, flora y microorganismos en 24 departamentos del país y Bogotá⁴, se debe hacer un diagnóstico de la representatividad y calidad de sus datos, con miras a diseñar e implementar actividades eficaces para su actualización.

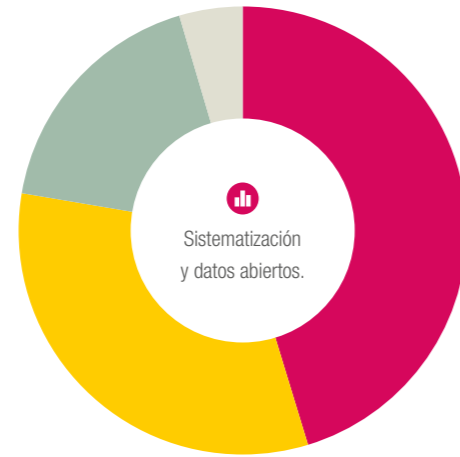
En la actualidad, el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), en alianza con el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB Colombia), consolida y facilita tanto la consulta como la descarga en línea de información sobre las colecciones biológicas. Un buen ejemplo son los herbarios y jardines botánicos nacionales. Este tipo de colecciones ofrece, a través del SIB Colombia, el mayor número de datos abiertos en línea y de libre consulta del país. Además, cuentan con una muy alta representatividad de especies reportadas y amenazadas de plantas **angiospermas**, insumo



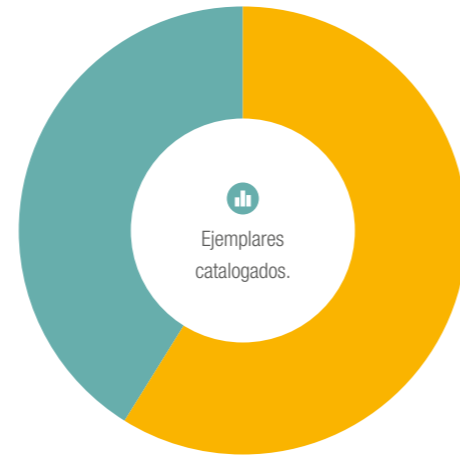
- Invertebrados 3.289.950
- Plantas 1.757.122
- Vertebrados 867.578
- Microorganismos 33.940
- Hongos 30.479



- Zoológica 112
- Botánica 65
- Microorganismos 18
- Mixta 8



- No sistematizados 2.707.712
- Sistematizado no datos abiertos 1.935.929
- Datos abiertos - SIB Colombia 1.062.373
- Sin datos 273.055



- Catalogados 3.518.854
- No catalogados 2.460.215

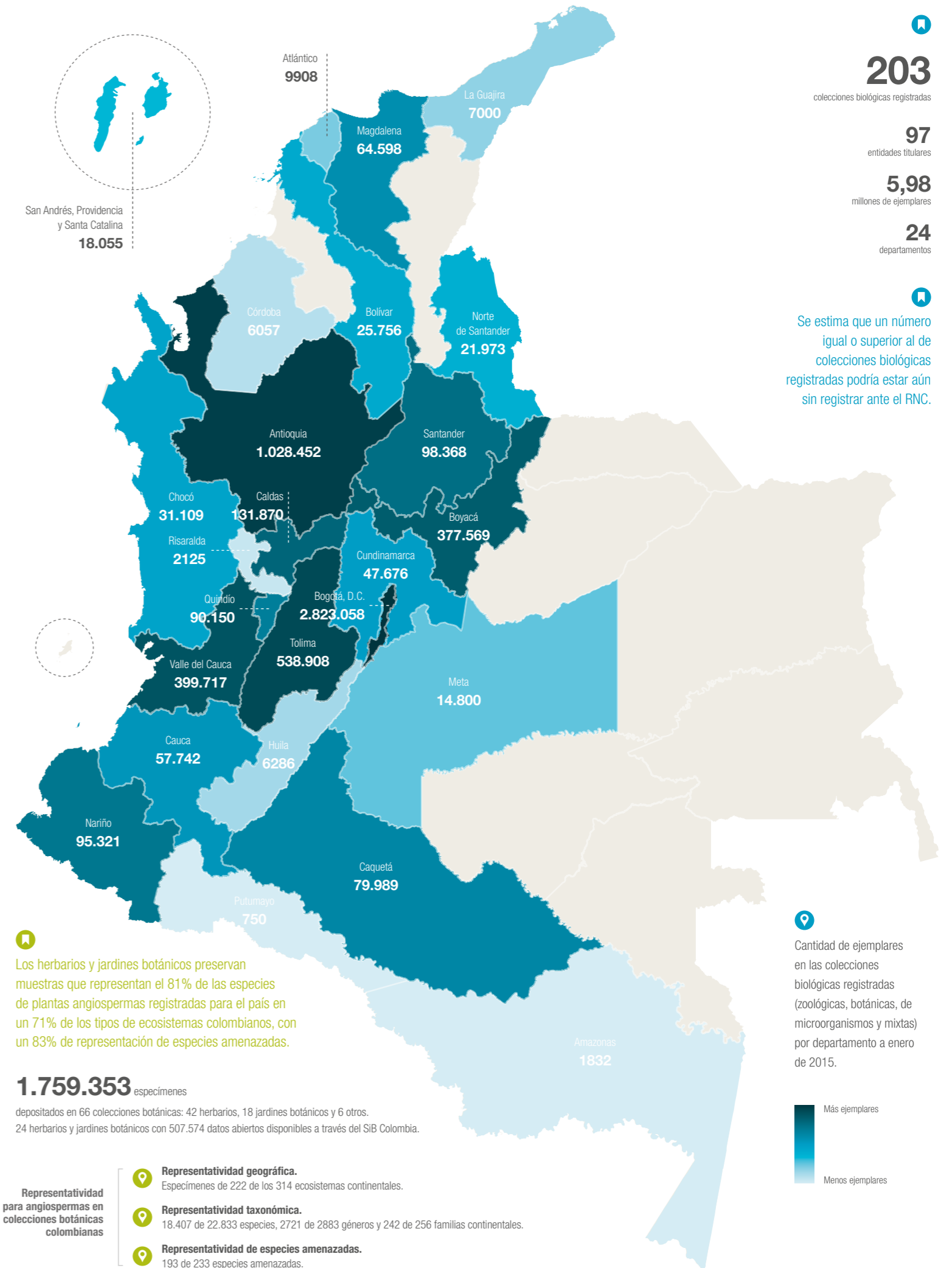


Proceso de recolección, catalogación y publicación.

Se estima que cerca de 2 millones de datos de las colecciones biológicas aún no están disponibles de forma abierta.

determinante en el momento de orientar el estudio y la conservación de las plantas en el país. La oportunidad de acceder a indicadores como estos es posible gracias a los **datos abiertos**, que se ponen a disposición desde las colecciones biológicas, que alimentan iniciativas tales como la Evaluación de Riesgo de Extinción de la Flora Colombiana, la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas y el Inventario Forestal Nacional.

Para que las colecciones puedan seguir aportando con registros, a veces únicos, de la riqueza natural del país, deben estar en capacidad de publicar y difundir la información que contienen, por lo cual se debe priorizar el redireccionamiento de recursos. Considerar las colecciones biológicas como parte de un patrimonio cultural documental del país contribuiría a una mayor apropiación social.



203 colecciones biológicas registradas

97 entidades titulares

5,98 millones de ejemplares

24 departamentos

Se estima que un número igual o superior al de colecciones biológicas registradas podría estar aún sin registrar ante el RNC.

Los herbarios y jardines botánicos preservan muestras que representan el 81% de las especies de plantas angiospermas registradas para el país en un 71% de los tipos de ecosistemas colombianos, con un 83% de representación de especies amenazadas.

1.759.353 especímenes

depositados en 66 colecciones botánicas: 42 herbarios, 18 jardines botánicos y 6 otros. 24 herbarios y jardines botánicos con 507.574 datos abiertos disponibles a través del SIB Colombia.

Representatividad para angiospermas en colecciones botánicas colombianas

- Representatividad geográfica.** Especímenes de 222 de los 314 ecosistemas continentales.
- Representatividad taxonómica.** 18.407 de 22.833 especies, 2721 de 2883 géneros y 242 de 256 familias continentales.
- Representatividad de especies amenazadas.** 193 de 233 especies amenazadas.

Cantidad de ejemplares en las colecciones biológicas registradas (zoológicas, botánicas, de microorganismos y mixtas) por departamento a enero de 2015.



Las colecciones biológicas del Instituto Humboldt

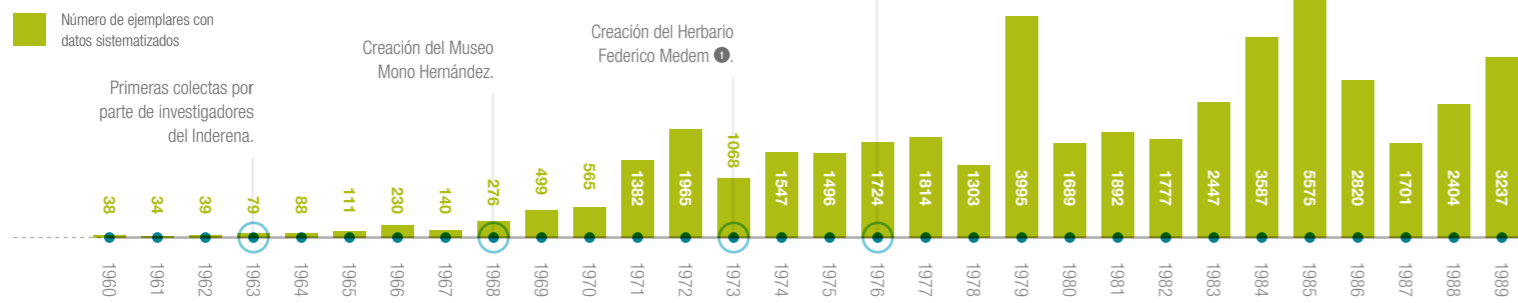
Cuatro décadas de historia e investigación en la fauna y flora del país

Claudia A. Medina^a, Enrique Arbeláez-Cortés^a, Kevin Giancarlo Borja^a, Fabio Arturo González^a, Carlos Luis DoNascimento^a, Andrés R. Acosta Galvis^a, Humberto Mendoza^a y Diana Espitia-Reina^a

LAS COLECCIONES DEL INSTITUTO HUMBOLDT SON UNA FUENTE CONCRETA, COOPERATIVA, ACTIVA Y MASIVA DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD COLOMBIANA.

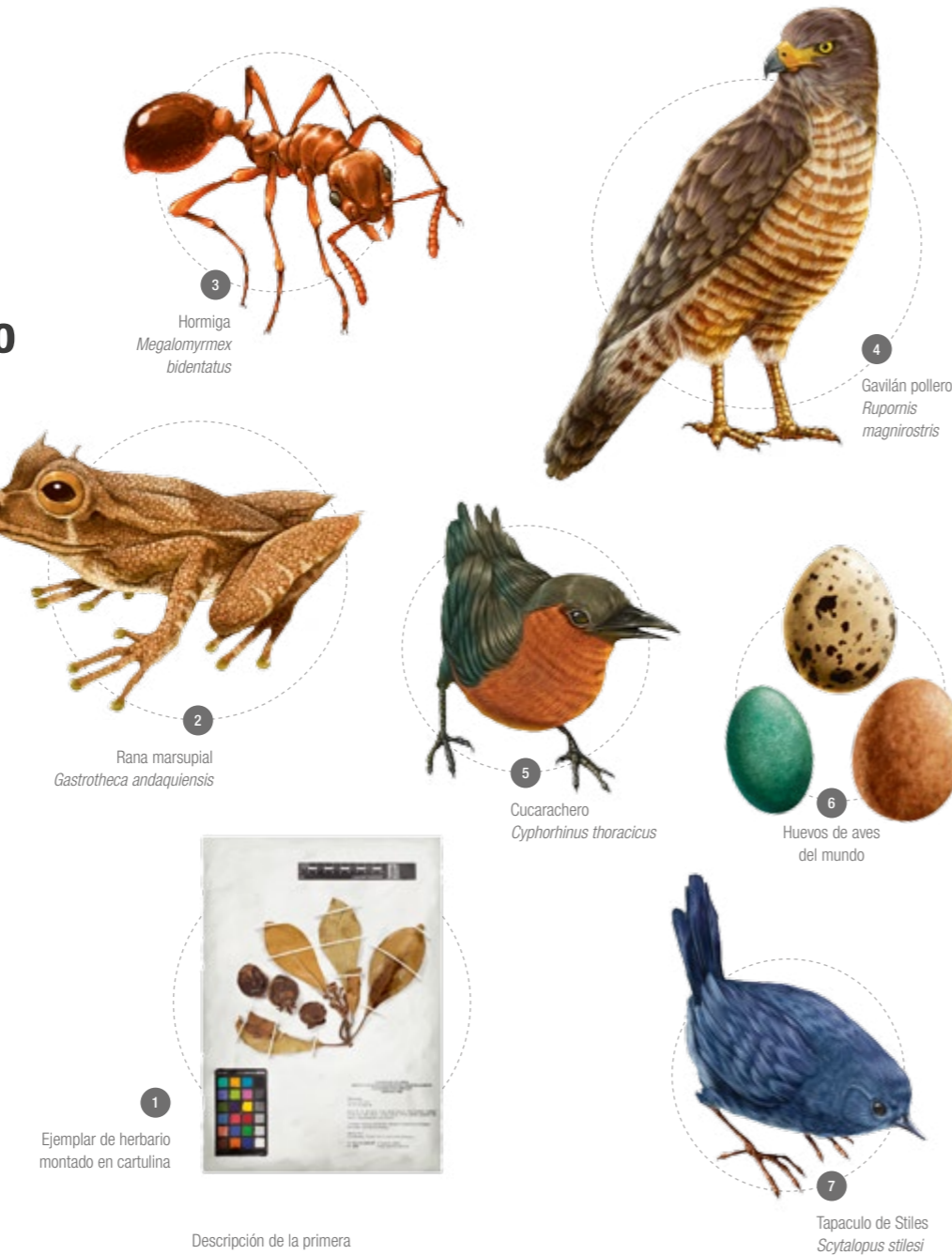
Las colecciones biológicas son el instrumento científico por excelencia para documentar la biodiversidad. Desde sus comienzos como gabinetes de curiosidades en el siglo XVIII, las colecciones han sido una fuente valiosa de información, que ha permitido aplicar metodologías y conceptos inexistentes en el momento de coleccionar los ejemplares^{1,2}. En el contexto actual de pérdida de diversidad biológica y cambios globales, las colecciones biológicas adquieren mayor visibilidad, porque además de su aporte como inventarios de la biodiversidad, así como de registros de su distribución en el espacio y en el tiempo, son

Historia de las Colecciones del Instituto Humboldt y cantidad de ejemplares coleccionados sistematizados por año.



cruciales en el marco de programas de gestión y conservación^{3,4}. Además de que permiten rastrear e identificar epidemias, plagas de cosechas y vectores de enfermedades, sirven como línea base para monitorear el estado de ecosistemas estratégicos y permiten proyectar escenarios futuros de cambios en la biodiversidad. También son un soporte decisivo a la hora de documentar especies^{5,6}.

En Colombia, las 12 Colecciones del Instituto Humboldt preservan más de 500.000 objetos (entre ejemplares, tejidos y sonidos ambientales), resguardan más de 40 años de investigaciones (que incluyen tanto los



Descripción de la primera especie de anfibio de la colección del Inderena

Tapaculo de Stiles *Scytalopus stilesi*

Creación del Museo Mono Hernández.

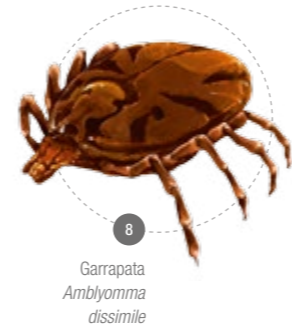
Creación del Herbario Federico Medem

registros del Inderena como los del propio Instituto, entre otros) y contribuyen significativamente al conocimiento de la biodiversidad del país. El mantenimiento y la consolidación de estos registros exigen numerosos procesos de curaduría, administración, manejo y publicación de información, todos los cuales dependen de un grupo humano y científico en constante actividad.

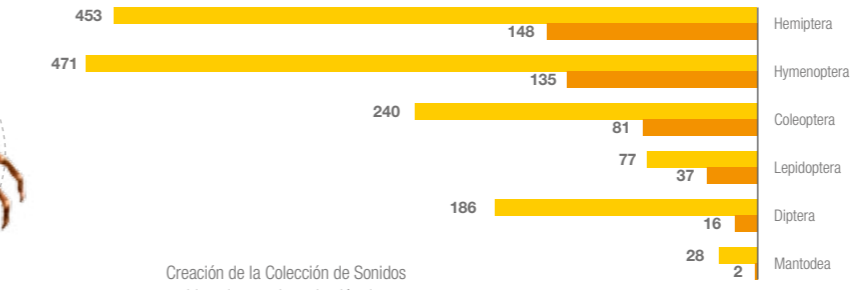
Las Colecciones del Instituto deben representar la biodiversidad del país y enfrentar el gran reto de inventariarla. Actividades como la colecta y preservación de ejemplares, apoyo a exposiciones, participación en eventos, soporte a

visitas académicas, extensión de procesos curatoriales a otras instituciones, investigación y apoyo a la producción de conocimiento científico son todas parte de un legado que hoy el Instituto cumple, con más de 20 años haciendo extensivo el patrimonio natural del país a la sociedad.

A futuro, estas colecciones tienen el reto de articularse cada vez más con otras entidades. Para tal efecto, se espera posicionarlas como centros de excelencia de investigación en biodiversidad e implementar prácticas de transferencia de su modelo de gestión de información para fortalecer otras colecciones nacionales.



Garrapata *Amblyomma dissimile*



Ejemplares tipo de la Colección Entomológica.

Número de ejemplares
Número de especies

Creación de la Colección de Tejidos en Palmira, Valle del Cauca

Inicio de la Colección de Tejidos en Palmira, Valle del Cauca

Inicio de la sistematización de las colecciones.

Conformación de un equipo de auxiliares y técnicos para el mantenimiento de las colecciones durante varios años.

Descripción de la primera especie de la Colección de Entomología

Establecimiento de las colecciones en el claustro de San Agustín en Villa de Leyva, Boyacá.

Creación de la Colección de Entomología con ejemplares de escarabajos coprófagos y hormigas en el norte del Tolima.

El Instituto Humboldt recibe las colecciones de vertebrados y el herbario del Inderena, dando inicio a las colecciones propias.

Creación del Instituto Humboldt.

El Instituto Humboldt recibe donación de más de 25.000 huevos de aves de la colección privada del Dr. Marinkelle

El Instituto Humboldt recibe donación de 10.000 mariposas de la colección privada de Schmidt-Mumm.

El Instituto Humboldt recibe donación de 10.000 mariposas de la colección privada de Schmidt-Mumm.

Descripción de la primera especie de la Colección de Peces de Agua Dulce.

Finalización del proyecto Diversidad de Insectos de Colombia.

Descripción de la primera especie usando como soporte información molecular de muestras de la Colección de Tejidos

Inicio de la publicación de datos a través del SIB Colombia.

Creación de la Colección de Referencia de Escarabajos coprófagos.

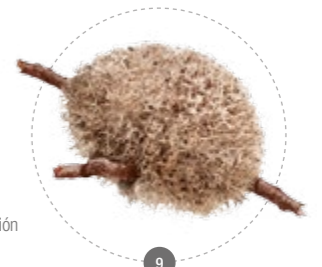
Creación del Herbario Virtual con el proyecto de bosque seco: 5069 ejemplares fotografiados.

Creación de la Colección de Poríferos

Consolidación de un grupo de curadores encargados de 9 de las colecciones.

Publicaciones usando información de los ejemplares de las colecciones del Instituto.

Número de artículos



Esponja de la familia Metaniidae

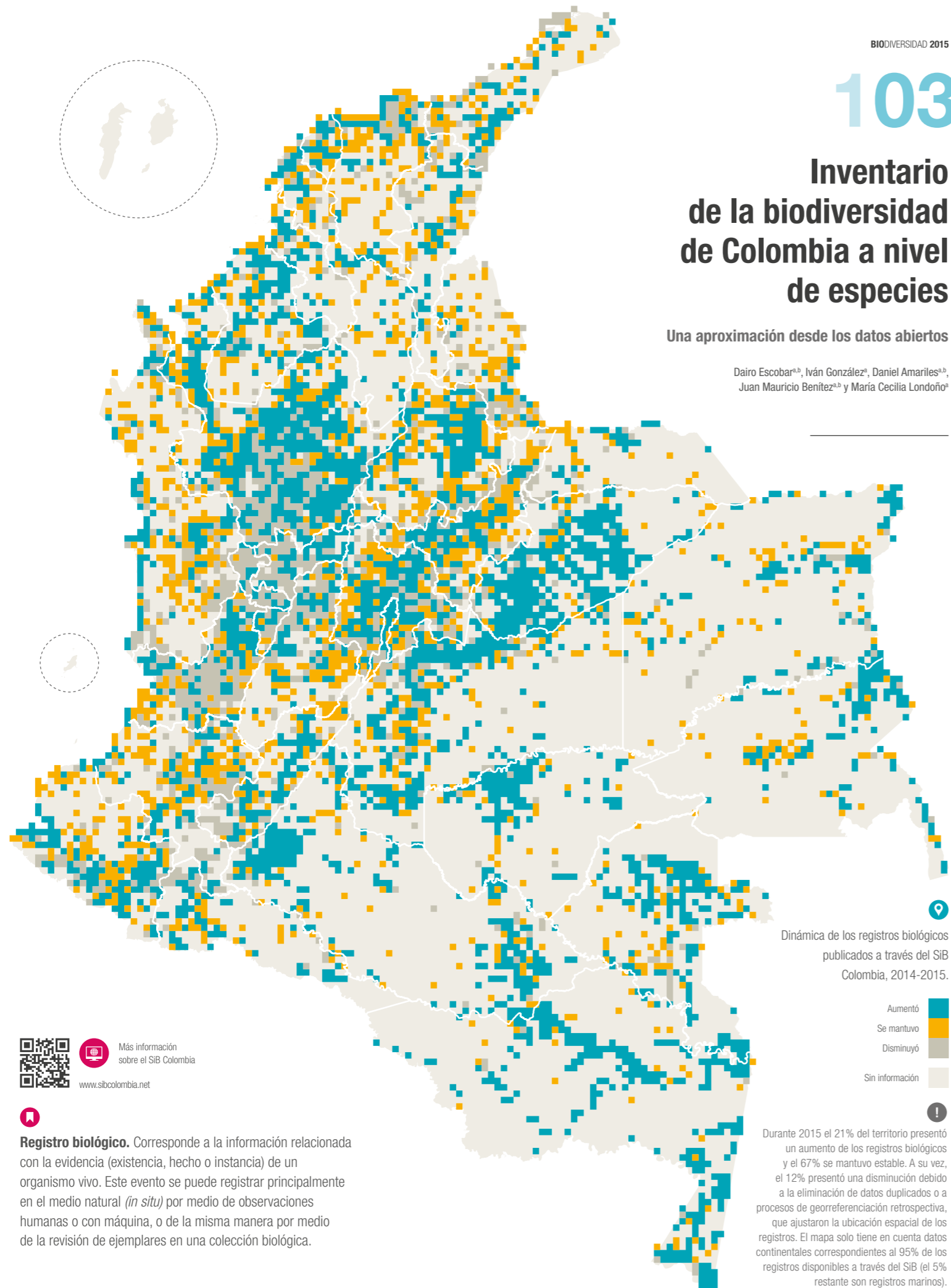
PROYECTO DIVERSIDAD DE INSECTOS. Si bien este es el grupo animal con mayor número de especies en el planeta, no cuenta con un inventario básico completo⁷. Su importancia en la polinización, reciclado de nutrientes y control biológico es reconocida. Su rol como plagas de cosechas, vectores de enfermedades e indicadores de calidad tiene implicaciones directas sobre el bienestar humano⁸. El proyecto que se formuló con el objetivo de inventariar este grupo involucró: Instituto Humboldt, Sistema de Parques Nacionales Naturales, Universidad de Kentucky y Museo de Historia Natural de Los Ángeles. Se han identificado hasta la fecha 33.007 especímenes de 1267 especies⁹ y se han descrito al menos 200 especies nuevas. Aunque el trabajo continúa, la Colección Entomológica del Instituto se ha consolidado como una de las más grandes del país, contando con ejemplares de casi todos los órdenes de insectos y una amplia cobertura geográfica.

103

Inventario de la biodiversidad de Colombia a nivel de especies

Una aproximación desde los datos abiertos

Dairo Escobar^{a,b}, Iván González^a, Daniel Amariles^{a,b}, Juan Mauricio Benítez^{a,b} y María Cecilia Londoño^a



Dinámica de los registros biológicos publicados a través del SIB Colombia, 2014-2015.

Aumentó
Se mantuvo
Disminuyó
Sin información

Más información sobre el SIB Colombia
www.sibcolombia.net

Registro biológico. 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.

Durante 2015 el 21% del territorio presentó un aumento de los registros biológicos y el 67% se mantuvo estable. A su vez, el 12% presentó una disminución debido a la eliminación de datos duplicados o a procesos de georeferenciación retrospectiva, que ajustaron la ubicación espacial de los registros. El mapa solo tiene en cuenta datos continentales correspondientes al 95% de los registros disponibles a través del SIB (el 5% restante son registros marinos).

MUCHOS DE LOS DATOS SOBRE BIODIVERSIDAD AÚN NO SON ACCESIBLES O VISIBLES, LO QUE LIMITA RESPUESTAS EFICIENTES Y OPORTUNAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD.

Conocer y valorar la biodiversidad y usar dicho conocimiento para el desarrollo es uno de los mayores desafíos del país. En tiempos recientes, la preocupación por entender los factores que contribuyen a la pérdida de la biodiversidad ha motivado a la comunidad científica a enfocar esfuerzos para consolidar un inventario de especies que permita identificar patrones y cambios a través del tiempo y del espacio^{1,2}.

Dada la naturaleza global de este reto, la necesidad de movilizar, disponer y ofrecer un acceso abierto a datos primarios (**registros biológicos** y listas de especies) es cada vez más urgente pues dichos datos soportan procesos de investigación, educación y toma de decisiones relacionadas con la gestión integral de la biodiversidad^{3,4}. Un buen ejemplo del uso de **datos abiertos** es Biomodelos, una

herramienta digital desarrollada por el Instituto Humboldt. Esta aplicación permite la comunicación entre especialistas para el desarrollo de modelos de distribución de especies de forma colaborativa, que sirvan como referencia para otros estudios y para la toma de decisiones.

El país también cuenta con el Sistema de Información sobre Biodiversidad (SiB Colombia⁵), una red de construcción colaborativa de conocimiento de referente mundial, que se encuentra bajo la coordinación del Instituto Humboldt. Mediante un modelo de publicación participativo e interoperable que potencializa la visibilidad y la reutilización de los datos, el SiB Colombia, como iniciativa nacional, facilita la sistematización, la publicación y el acceso libre a información sobre la diversidad biológica del país. Dicha plataforma ofrece más de 3.000.000 de registros biológicos y 58 listas de especies, gracias a la amplia participación de universidades, ONG, autoridades ambientales, institutos de investigación, colecciones biológicas y redes temáticas. Sin embargo, todavía no es posible acceder a muchos de los datos generados en el país, hecho que limita e impide responder eficiente y oportunamente a los retos inmediatos de la gestión de la biodiversidad.

Poner los datos y la información a disposición del público plantea retos institucionales a la hora de costear el mantenimiento de la infraestructura y de garantizar la permanencia de esta información a lo largo del tiempo, como por la comunidad científica, al ser esta la encargada de la documentación, estandarización y disponibilidad de los datos⁶. La tendencia entre 2014 y 2015 en número de registros y especies registradas va en aumento, evidenciando que la resistencia a publicar en un modelo de datos abiertos es cada vez menor. Para acelerar la consolidación del inventario de la diversidad biológica de la nación es necesario que investigadores e instituciones trabajen juntos, con miras a poner los datos sobre biodiversidad a disposición del público.



Una de las grandes innovaciones del SiB Colombia, gestada en asociación con la revista *Biota Colombiana*, es la promoción de los artículos de datos como mecanismo para incentivar la publicación de información primaria. Esta iniciativa permite darles el reconocimiento académico y laboral a todas las personas que intervengan en la generación, la sistematización, la curaduría y el análisis de la información sobre biodiversidad.

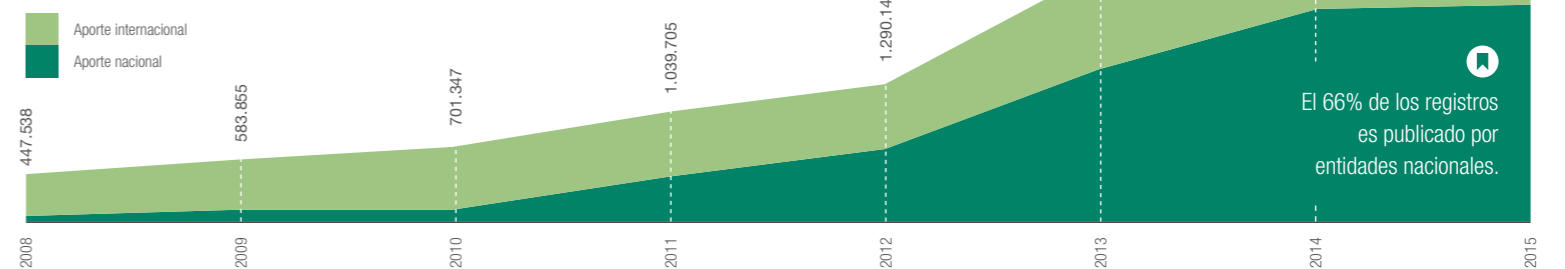


Número de especies registradas en el SiB y en la literatura por grupo taxonómico.



Evolución del aporte nacional y extranjero de registros para Colombia.

Fuente: GBIF.



El 66% de los registros es publicado por entidades nacionales.

La información genética en el contexto colombiano

Avances en la generación de conocimiento

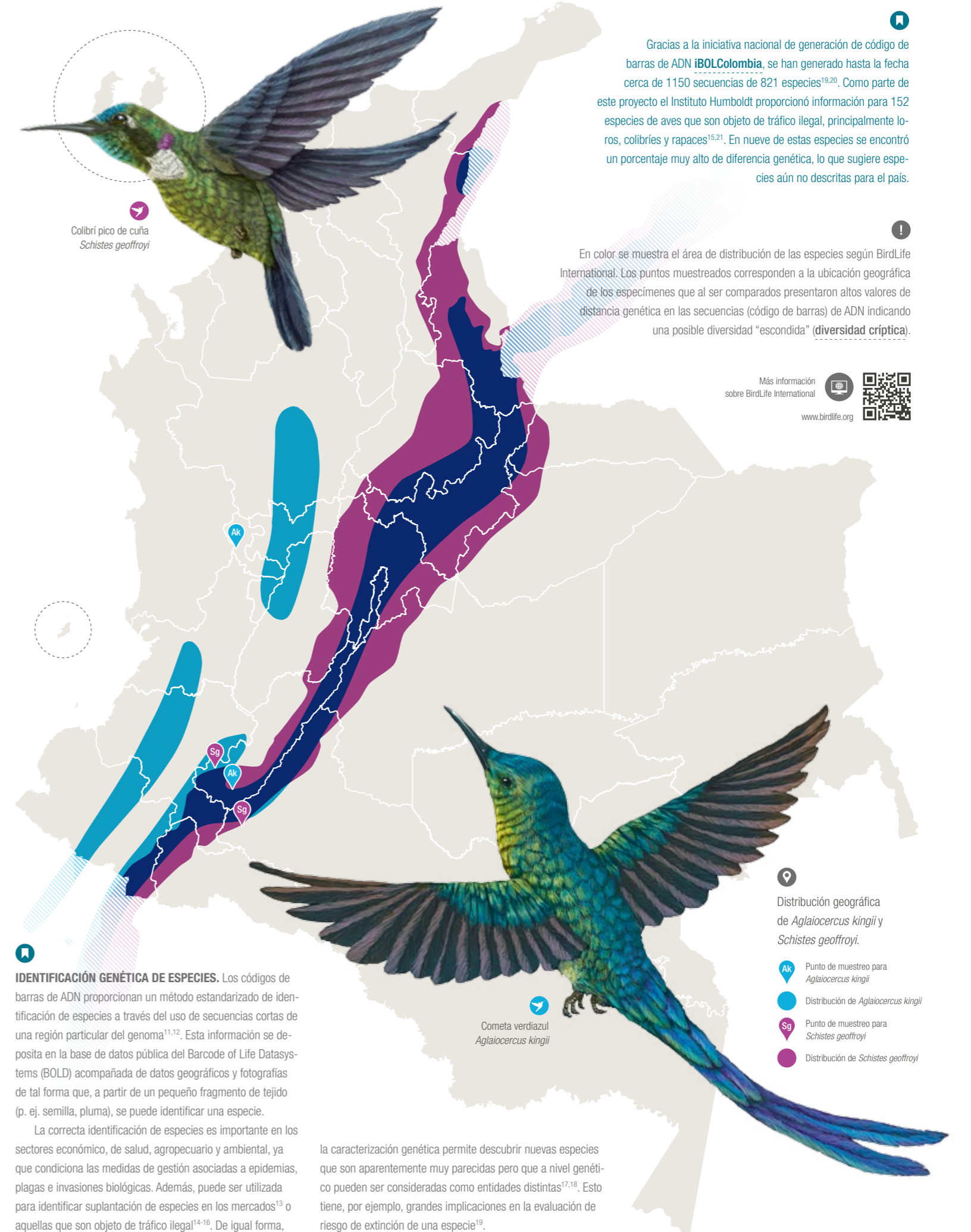
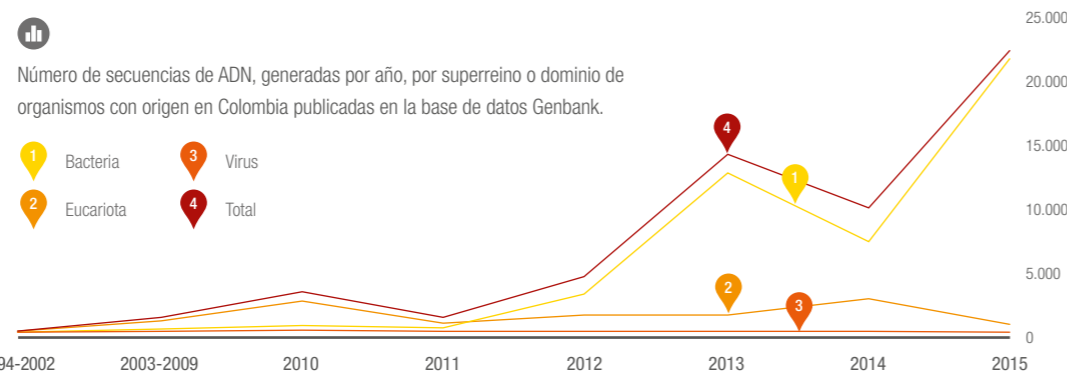
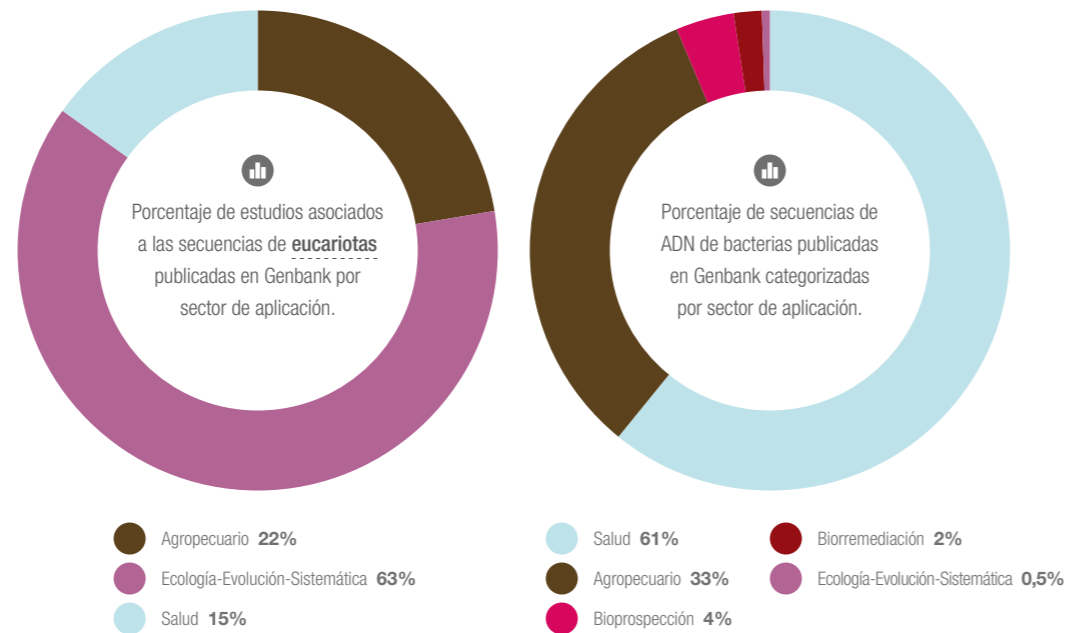
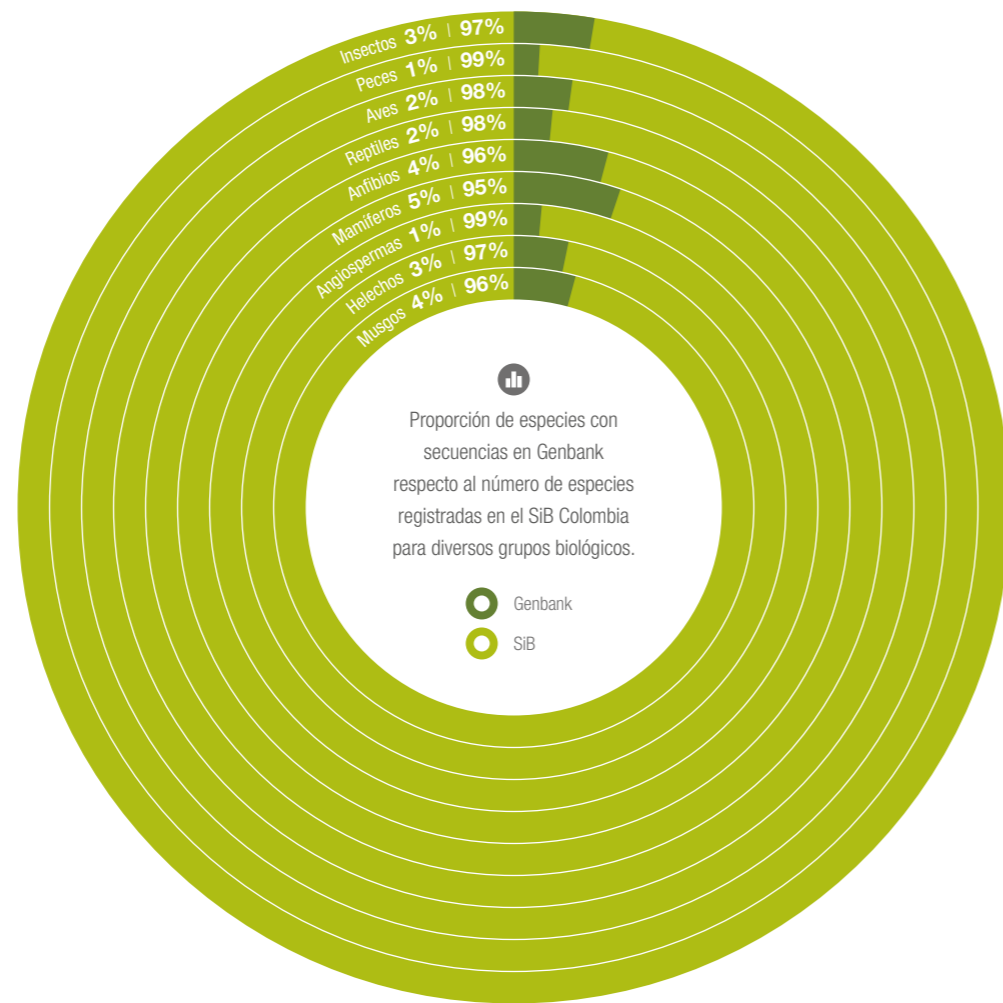
Mailyn A. González*, Ángela María Mendoza*, Elkin Tenorio* y Eduardo Tovar*

LA INFORMACIÓN GENÉTICA ES UNA HERRAMIENTA CLAVE A LA HORA DE MANEJAR Y CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD. NO OBSTANTE, EN COLOMBIA AÚN FALTA ESTUDIAR ESTE NIVEL DE VARIABILIDAD BIOLÓGICA.

Una mirada detallada sobre la biodiversidad puede revelar la información genética de los organismos. La variabilidad de moléculas tales como el ADN en las poblaciones de una especie está relacionada con el potencial de adaptación que la misma tiene frente a cambios en su ambiente¹⁻³. Información de esta naturaleza permite calcular el **flujo genético** entre poblaciones, su aislamiento o conectividad y, por ende, su vulnerabilidad a la extinción^{4,5}. También es posible, en una escala de organización biológica más amplia, medir la **diversidad filogenética**, la cual cuantifica la historia evolutiva del conjunto de especies que hacen parte de la comunidad⁶. Análisis a este nivel deben ser considerados en la priorización de áreas para la conservación ya que reflejan el potencial de respuesta al cambio de las comunidades en un área determinada⁷⁻⁹.

En Colombia, la información genética ha sido poco estudiada¹⁰. Sin embargo, el número de datos (secuencias genéticas) publicados para diversos grupos biológicos, particularmente para **bacterias**, ha aumentado significativamente en los últimos cuatro años. Una revisión de los estudios asociados con las secuencias de bacterias indica que la mayor parte de esta información se ha generado en los sectores agropecuario y de salud. En contraste, existen menos datos de secuencias publicadas en temas tan relevantes como la bioprospección, la biorremediación y las ciencias básicas.

Así mismo, la cantidad de información genética disponible para plantas y animales principalmente asociada con estudios de ecología, evolución y sistemática es muy escasa. Según información registrada a través del SiB Colombia, los grupos mejor representados tienen secuencias genéticas de apenas un 5% de las especies, lo que acentúa la necesidad de aumentar tales estudios en el país.



105

Los anfibios en Colombia

Ranas, sapos, cecilias y salamandras

Andrés R. Acosta Galvis*

COLOMBIA ES EL SEGUNDO PAÍS CON MAYOR RIQUEZA DE ANFIBIOS EN EL MUNDO, DESPUÉS DE BRASIL. COMO TAL, DEBE ASUMIR EL RETO DE CONSOLIDAR LA INFORMACIÓN SOBRE ESTE GRUPO CON MIRAS A DESARROLLAR ESTRATEGIAS PARA SU CONSERVACIÓN.

La fauna de anfibios en Colombia es una de las más diversas por unidad de área y de mayor endemismo en todo el mundo¹⁻⁵. Las 791 especies reportadas actualmente (correspondientes a 734 anuros –ranas y sapos– 25 salamandras y 32 cecilias) posicionan a Colombia como el segundo país con mayor número de especies de estos grupos en el mundo, después de Brasil^{3,6}. El número de especies registradas desde la primera lista de anfibios de 1996, que incluye los tres órdenes conocidos⁷, ha crecido gracias a la incorporación de más de 200 especies, provenientes de la descripción de especies nuevas o registros limitados a países vecinos (8,7 especies descritas por año)⁸.

En tiempos recientes, numerosos estudios^{7,9-16} han permitido afianzar el conocimiento sobre la historia natural, las distribuciones y las amenazas de los anfibios colombianos. En esencia, aproximadamente 50% de las especies de anfibios del país son **endémicas** (374 anuros, 9 cecilias y 17 salamandras). Por otra parte, contrario a lo que se piensa sobre la dependencia de este grupo a ambientes acuáticos, el 48% de dichas especies no depende estrictamente del agua y habita coberturas terrestres de vegetación nativa, principalmente bosques húmedos y ambientes de páramo. Así mismo, solo el 3% de los anfibios corresponde a salamandras, y el 4%, a cecilias.

La heterogeneidad topográfica de la región andina le permite albergar una diversidad incomparable para este grupo, y la riqueza sigue aumentando gracias a los constantes hallazgos y descripciones de nuevas especies. La mayor concentración de tales esfuerzos de inventario se ha enfocado en los Andes y valles interandinos, la región noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, algunos sectores puntuales del Valle del Cauca y en las cercanías de Villavicencio y Leticia. En términos generales, aún se requieren esfuerzos de ex-



Cecilias anuladas *Siphonops* sp.

CECILIAS

4%
de los anfibios colombianos
32
especies
9
especies endémicas

LC
Debido a la amplia distribución del grupo su categoría de amenaza es Preocupación Menor

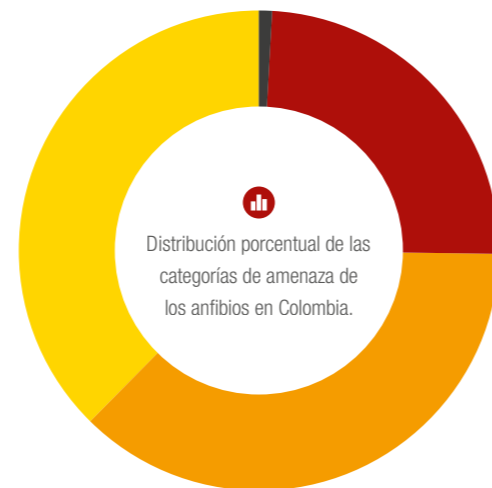
Se conocen como culebras ciegas. La mayor riqueza corresponde a las tierras bajas, entre 0 y 249 m s.n.m. con 20 especies.

!
50% de las especies no tiene suficiente información porque no se conoce nada de su historia natural.

ploración sistemática en otras partes del territorio para consolidar el inventario nacional.

En términos de amenazas, durante los últimos años se ha visto cómo la extrema sensibilidad de los anfibios frente a cambios mínimos en su entorno (capacidad que los convierte en indicadores de calidad de los ecosistemas que habitan) ha precipitado una dramática disminución de sus poblaciones y de su diversidad a nivel mundial. Entre las presiones que los afectan sobresalen la transformación y disminución de sus ambientes naturales, al igual que el cambio climático^{17,18}.

A su vez, en el país 28% de las especies de anfibios está categorizado bajo algún criterio de amenaza. Sin embargo, debido al desconocimiento de las distribuciones y de la historia natural de muchas de las especies, esta cifra subestima el estado de amenaza real. Colombia tiene, entonces, el reto de continuar el proceso de consolidación del Inventario Nacional de Anfibios para diseñar planes de conservación y responder a los compromisos adquiridos en el Convenio sobre Diversidad Biológica.



EX Extintas **0,9%**
CR En Peligro Crítico **24,3%**
EN En Peligro **37,2%**
VU Vulnerable **37,6%**



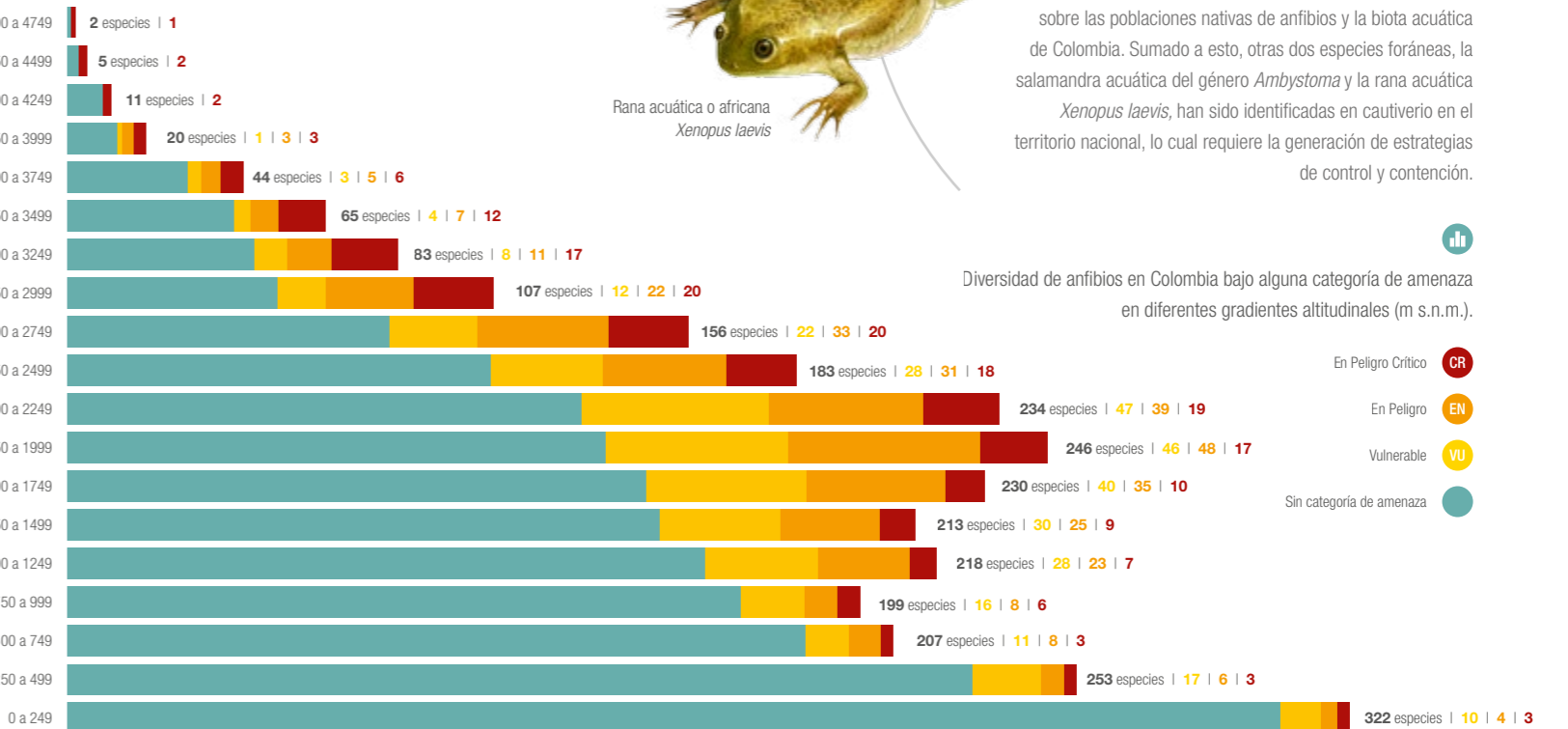
Salamandras escaladoras *Bolitoglossa* sp.

SALAMANDRAS

3%
de los anfibios colombianos
25
especies
7
especies endémicas

VU
5 especies vulnerables

La mayor riqueza corresponde a los bosques de niebla, entre 1750 y 2249 m s.n.m.



Diversidad de anfibios en Colombia bajo alguna categoría de amenaza en diferentes gradientes altitudinales (m s.n.m.).

En Peligro Crítico **CR**
En Peligro **EN**
Vulnerable **VU**
Sin categoría de amenaza

La mayor diversidad de anfibios se concentra en el grupo de los anuros, es decir, las ranas y los sapos.

RANAS Y SAPOS

93%
de los anfibios colombianos
734
especies
374
especies endémicas

CR
53 especies En Peligro Crítico

La mayor riqueza se concentra en los bosques húmedos tropicales de la Amazonia y el Pacífico, entre los 0 y 249 m s.n.m. En la región andina se encuentra la mayoría de especies (494).



Rana de lluvia o coquí *Eleutherodactylus johnstonei*



Rana toro *Lithobates catesbeianus*

Rana cutín *Pristimantis kelephus* Endémica

Rana acuática o africana *Xenopus laevis*

ESPECIES INTRODUCIDAS. La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), originaria del sur de los Estados Unidos y la rana de lluvia (*Eleutherodactylus johnstonei*), autóctona de las islas del Caribe, han sufrido procesos de **asilvestramiento** con la consecuente dispersión y establecimiento de sus poblaciones^{19,20}, generando importantes riesgos potenciales sobre las poblaciones nativas de anfibios y la biota acuática de Colombia. Sumado a esto, otras dos especies foráneas, la salamandra acuática del género *Ambystoma* y la rana acuática *Xenopus laevis*, han sido identificadas en cautiverio en el territorio nacional, lo cual requiere la generación de estrategias de control y contención.

106

La diversidad biológica en los ecosistemas de páramo

Heidi Pérez-Moreno*, César Marín* y Olga León*

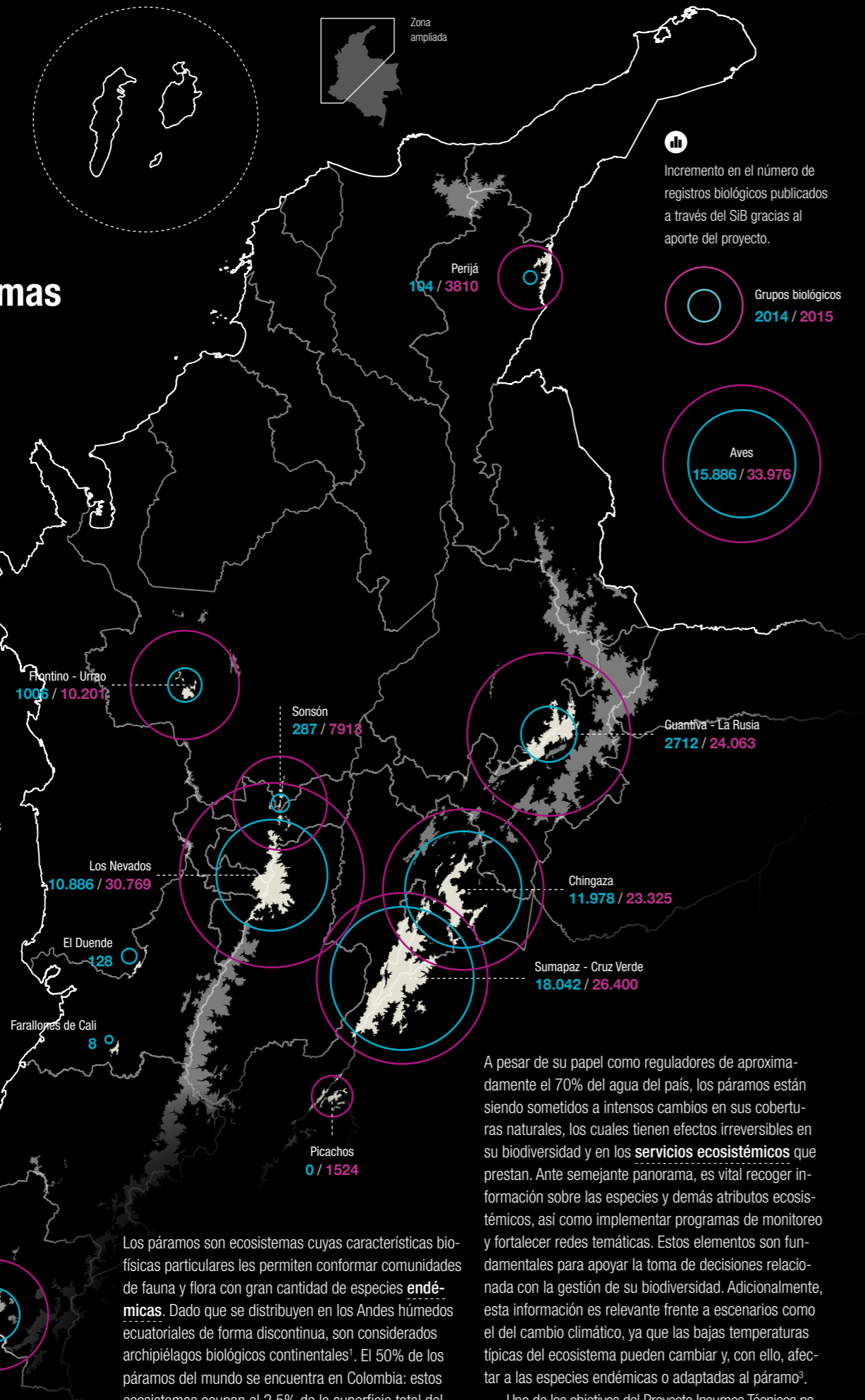
CONSOLIDAR UNA BASE DE INFORMACIÓN SOBRE LAS ESPECIES DE PÁRAMO Y PUBLICAR LOS REGISTROS BIOLÓGICOS EN LÍNEA ES DETERMINANTE PARA AUMENTAR EL CONOCIMIENTO DE UN ECOSISTEMA QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRA AMENAZADO.

Aportes del proyecto en el número de registros y vacíos de información, en algunos complejos de páramos.



En el país aún existen complejos de páramos de los que se tiene muy poca información o es inexistente.

La Cocha - Patascoy
2539 / 11.040



Los páramos son ecosistemas cuyas características biofísicas particulares les permiten conformar comunidades de fauna y flora con gran cantidad de especies **endémicas**. Dado que se distribuyen en los Andes húmedos ecuatoriales de forma discontinua, son considerados archipiélagos biológicos continentales¹. El 50% de los páramos del mundo se encuentra en Colombia: estos ecosistemas ocupan el 2,5% de la superficie total del país, a lo largo de 140 unidades discretas y clasificadas con base en criterios biogeográficos en 36 complejos².

A pesar de su papel como reguladores de aproximadamente el 70% del agua del país, los páramos están siendo sometidos a intensos cambios en sus coberturas naturales, los cuales tienen efectos irreversibles en su biodiversidad y en los **servicios ecosistémicos** que prestan. Ante semejante panorama, es vital recoger información sobre las especies y demás atributos ecosistémicos, así como implementar programas de monitoreo y fortalecer redes temáticas. Estos elementos son fundamentales para apoyar la toma de decisiones relacionada con la gestión de su biodiversidad. Adicionalmente, esta información es relevante frente a escenarios como el del cambio climático, ya que las bajas temperaturas típicas del ecosistema pueden cambiar y, con ello, afectar a las especies endémicas o adaptadas al páramo³.

Uno de los objetivos del Proyecto Insumos Técnicos para la Delimitación de Ecosistemas Estratégicos: páramos y humedales, resultado del convenio entre el Fondo Adapta-

Incremento en el número de registros biológicos publicados a través del SiB gracias al aporte del proyecto.

Grupos biológicos
2014 / 2015

Aves
15.886 / 33.976

Plantas superiores
32.943 / 135.079

Hongos y líquenes
1801 / 2121

Musgos y hepáticas
18.812 / 19.152

Helechos y afines
3940 / 11.478

Invertebrados
7977 / 29.178

Anfibios
1253 / 4536

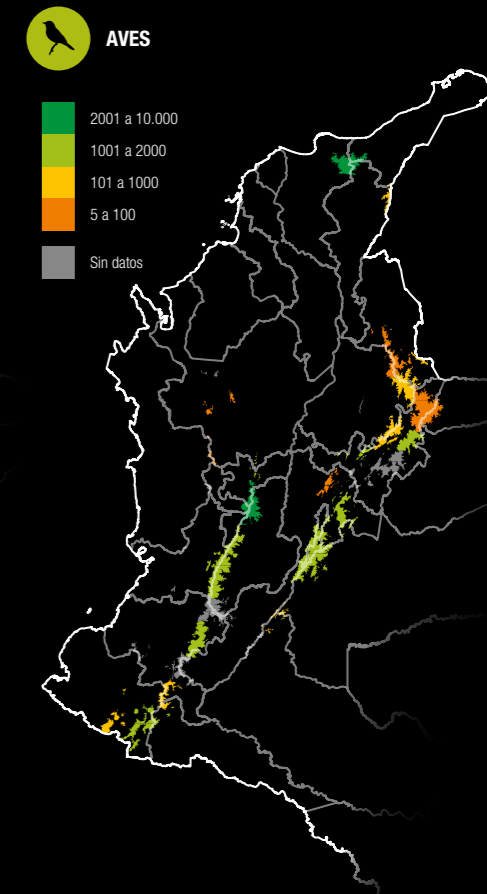
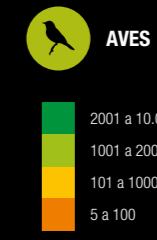
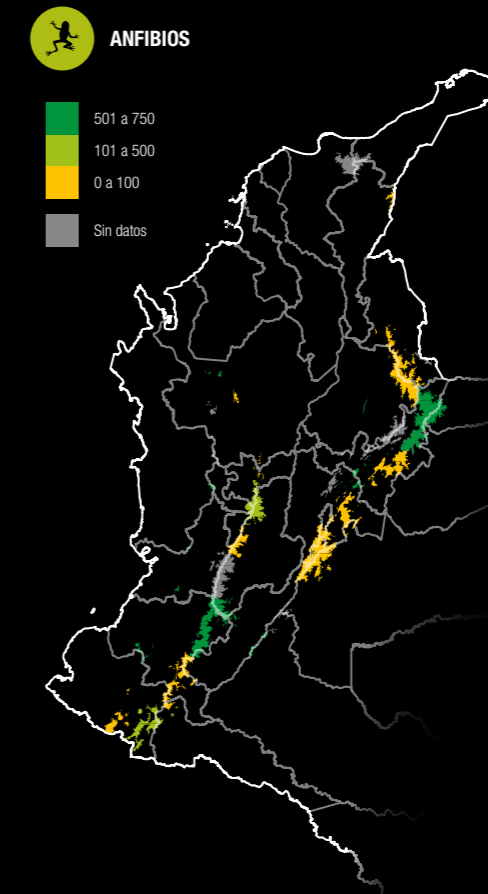
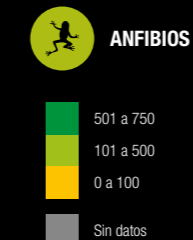
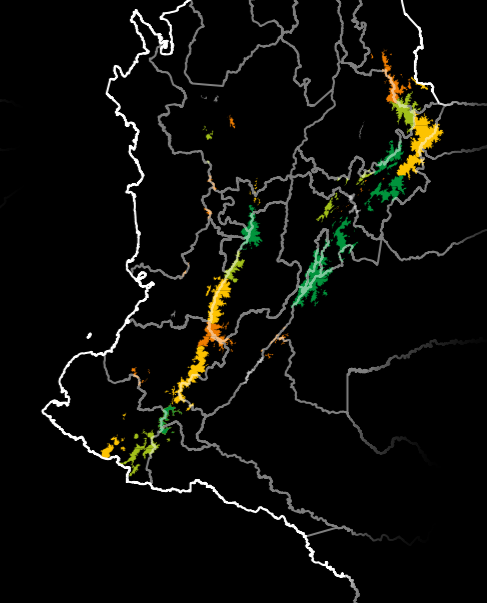
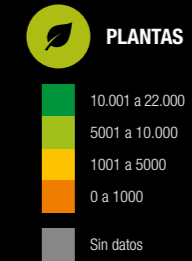
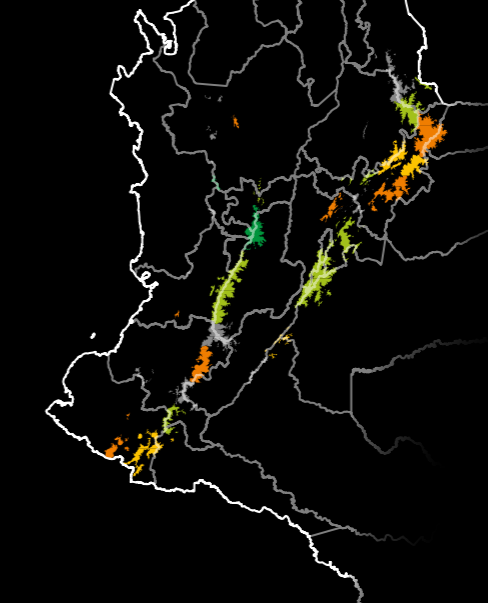
Mamíferos
239 / 416

ción y el Instituto Humboldt, fue caracterizar cuatro grupos biológicos indicadores (plantas, aves, anfibios y artrópodos) como parte de los criterios para delimitar los ecosistemas de páramo. Dicho esfuerzo se realizó con 14 grupos de investigación, en 85 localidades de 18 complejos de páramos. Los datos obtenidos permitieron reportar posibles nuevas especies, ampliar el conocimiento sobre los rangos de distribución de especies y aumentar el número de **registros biológicos** de acceso libre para los páramos colombianos. Tal es el caso del complejo Los Picachos, para el que se obtuvieron los primeros registros biológicos de los grupos estudiados. Del mismo modo, en los complejos Tota-Mamapacha-Bijagual, Almorzadero, Sonsón, Guantiva-La Rusia, Las Hermosas, Citará y Doña Juana, cerca del 90% de los registros obtenidos correspondió a aportes nuevos.

Al comparar los resultados del proyecto, en términos de los cuatro grupos taxonómicos y otros adicionales muestreados, con los registros disponibles en el SiB Colombia, se hizo evidente que las plantas vasculares están relativamente bien representadas en comparación con los anfibios y los mamíferos. En contraste, los escasos registros para grupos tan representativos en el páramo como los musgos, las hepáticas, los hongos, los líquenes e, incluso, los invertebrados, es preocupante.

No obstante, la información generada por el proyecto supera ampliamente los registros de ocurrencia en páramos previamente disponibles a través de fuentes de **datos abiertos**, tales como el SiB Colombia. Estos resultados constituyen una línea base de información muy útil a la hora de monitorear la diversidad del ecosistema e igualmente esencial para iniciar procesos de **restauración ecológica** en sitios alterados y promover estrategias de conservación.

Número de registros biológicos totales por complejo de páramos publicados en el SiB Colombia.



Los bosques de Colombia

Estado y disponibilidad de los productos de investigación científica generados para el país

Ángela Parrado-Rosselli^a, Roy González-M^{b,c} y Hernando García^b

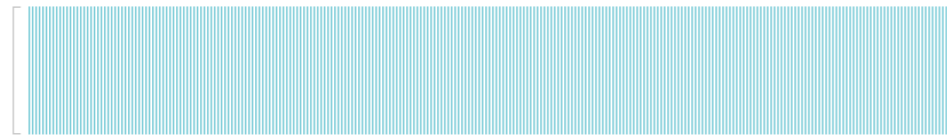
A PESAR DEL IMPORTANTE ACERVO DE CONOCIMIENTO DISPONIBLE SOBRE LOS BOSQUES DE COLOMBIA, ESTE REVELA NUMEROSOS VACÍOS DE TEMAS RELEVANTES PARA SU ADECUADA GESTIÓN: ESPECIES INVASORAS, ASPECTOS GENÉTICOS, ESTUDIOS ECOLÓGICOS BAJO CONTEXTOS DE TRANSFORMACIÓN Y APROXIMACIONES AL POSCONFLICTO.

Los bosques proveen importantes **servicios ecosistémicos** que incluyen la producción de madera, semillas, raíces, frutos, productos de origen animal (huevos, cueros, carne de monte, etc.), y otros servicios vinculados al bienestar de los seres humanos. Colombia, país que cuenta con coberturas de bosques naturales en más del 50% de su territorio continental, con la diversidad biológica y cultural que esto implica, necesita desarrollar investigación que le permita construir un acervo de conocimientos suficientemente fértil como para garantizar la conservación y el manejo apropiado de sus bosques. Con esto en mente, se realizó un análisis de la literatura científica publicada a nivel global sobre bosques de Colombia desde 1917 hasta 2014. Esta revisión evidenció que la mayoría de documentos son investigaciones sobre composición de flora y fauna, mientras que los estudios a nivel de paisaje son escasos.

Las dos últimas décadas han registrado un aumento importante en la producción científica, hecho consistente con la implementación de políticas y programas locales, nacionales e internacionales de la conservación de la biodiversidad y de los bosques. Así mismo, la región andina ha sido la más estudiada en la mayoría de los aspectos, posiblemente debido a razones de accesibilidad, ubicación de los principales centros de investigación y mayor destinación de recursos.

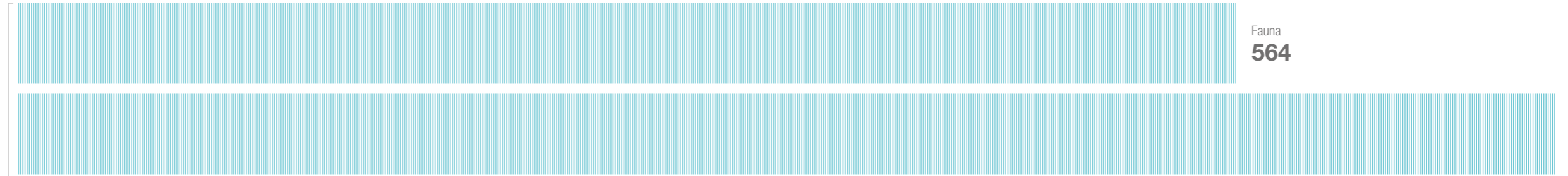
No obstante, sorprende la escasez de información de ciertos grupos biológicos de alto interés, tales como los hongos, y la exigua cantidad de investigaciones a escala genética, a pesar de su importancia en el entendimiento ecológico de los bosques. Cabe destacar que solo el 25% de las publicaciones científicas revisadas aborda los motores de pérdida de la biodiversidad y que la mayoría trata principalmente el cambio en el uso del suelo.

Ecosistemas



Paisaje
272

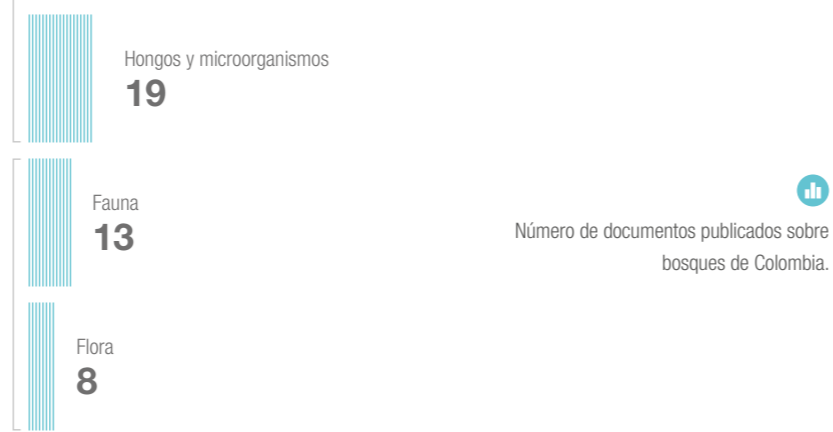
Poblaciones / Especies



Fauna
564

Flora
709

Genes

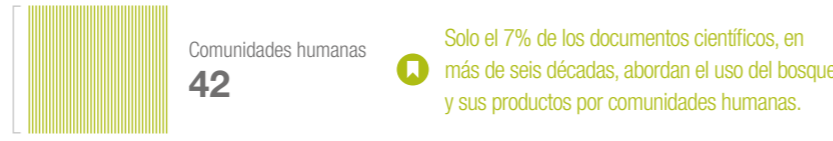


Hongos y microorganismos
19

Fauna
13

Flora
8

Número de documentos publicados sobre bosques de Colombia.

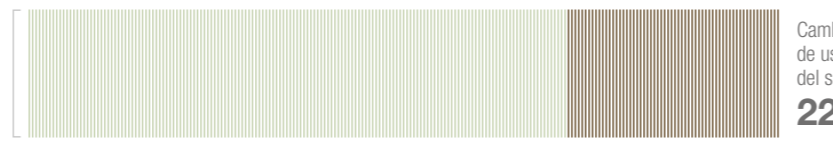


Comunidades humanas
42

Solo el 7% de los documentos científicos, en más de seis décadas, abordan el uso del bosque y sus productos por comunidades humanas.



Efectos de aprovechamiento
23

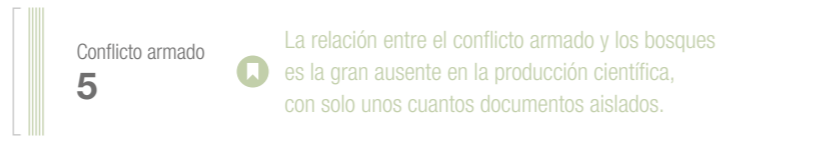


Cambio de uso del suelo
221



Cambio climático
67

Fragmentación
64



Conflicto armado
5

La relación entre el conflicto armado y los bosques es la gran ausente en la producción científica, con solo unos cuantos documentos aislados.



Especies invasoras
9



Incendios
11

La mayoría de los documentos publicados son gratuitos (63%), siendo 863 de libre acceso (artículos, capítulos de libro y libros) y 170 disponibles a través de páginas académicas como ResearchGate, Academia o páginas personales.



Disturbios naturales
4

Más información sobre el ResearchGate
www.researchgate.net



Las publicaciones científicas sobre diversidad funcional son escasas en las regiones pacífica, Orinoquía y Valles interandinos.



Estudios sobre composición, estructura y dinámica ecológica y funcionamiento para seis regiones del país.



Composición. Lista de elementos que constituyen la biodiversidad.



Estructura. Patrón espacial o constitución y disposición física de los elementos en cada nivel de organización.



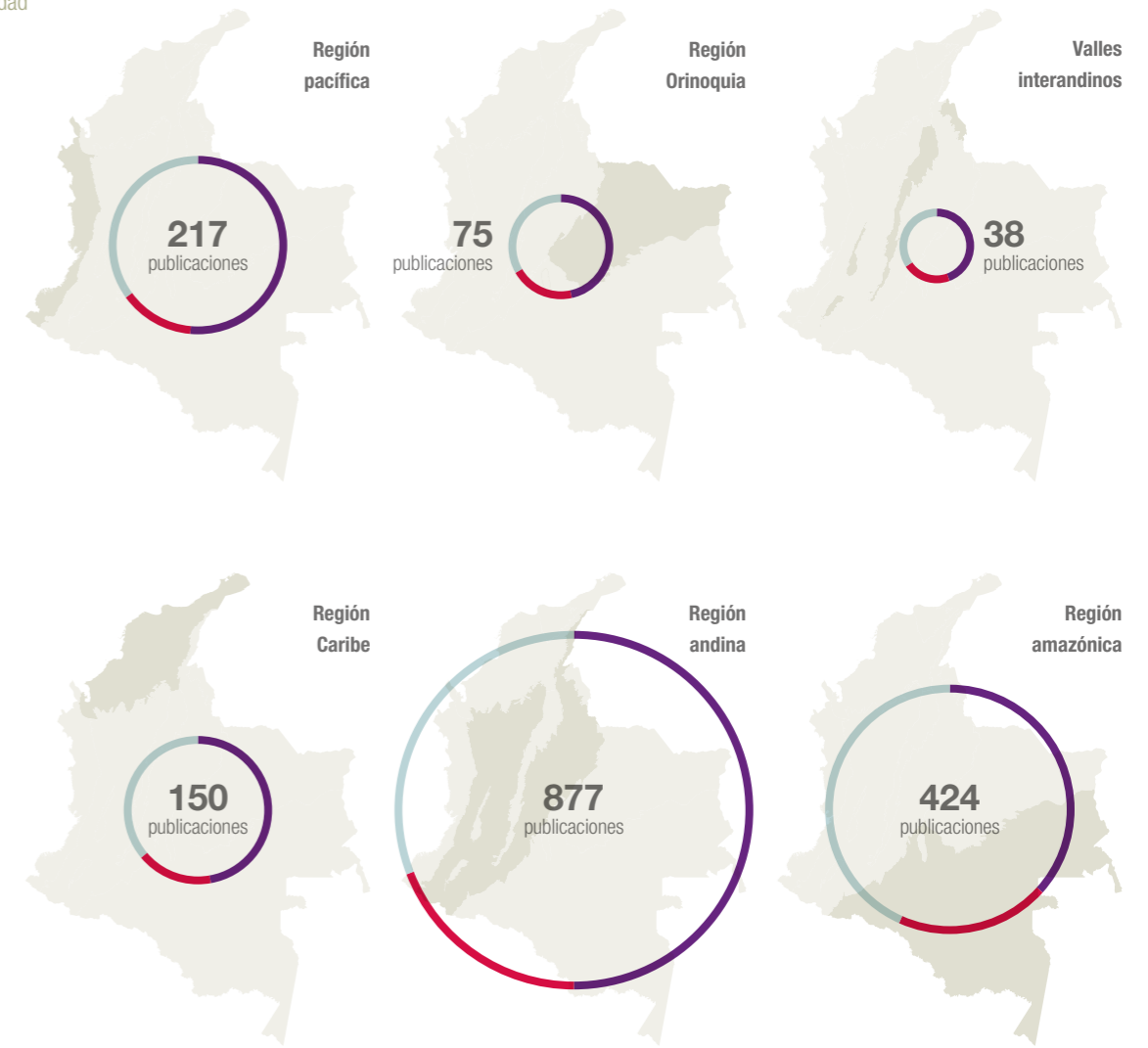
Dinámica ecológica y funcionamiento. Procesos ecológicos y evolutivos.



En la región Caribe son escasas las investigaciones sobre incendios forestales y sus efectos.



La mayoría de las investigaciones han sido realizadas en la región andina, posiblemente porque las universidades con más tiempo e historia en estudios forestales, ecológicos y biológicos se encuentran en dicha región.



Adicionalmente, son muy pocos los estudios sobre especies invasoras, el impacto del conflicto armado, los efectos del aprovechamiento de especies y los incendios, incluso en regiones donde estos constituyen una amenaza permanente.

Se resaltan dos aspectos: por un lado, aunque exista una percepción generalizada de que solo se puede acceder a la información científica usando credenciales académicas, casi todos los documentos analizados

son de acceso abierto y gratuito (63%). Por otro lado, una gran cantidad de estos documentos carece de recomendaciones claras, factibles y directas sobre uso y manejo. En tal medida, la idea de implementar una iniciativa científica de investigación para garantizar una adecuada gestión de los recursos forestales del país parece inviable en la práctica.

En suma, es necesario producir trabajos de integración y síntesis, que recojan el conocimiento científico

depositado en artículos y libros, y lo integren e interpreten en escenarios de planificación y toma de decisiones reales. Es imperativo, así mismo, que el país avance en la construcción de una agenda científica que, tras identificar los vacíos de información, promueva nuevas investigaciones sobre los bosques, que se centren en el funcionamiento de la biodiversidad, su vulnerabilidad frente al **cambio climático** y su relación con el bienestar de la población humana en diferentes niveles.

Es importante traducir los hallazgos de investigación científica en recomendaciones factibles y entendibles para los tomadores de decisiones.

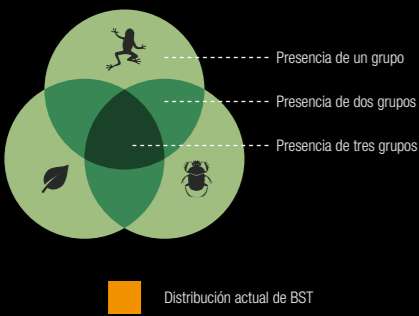
108

Registros de la biodiversidad del bosque seco tropical colombiano

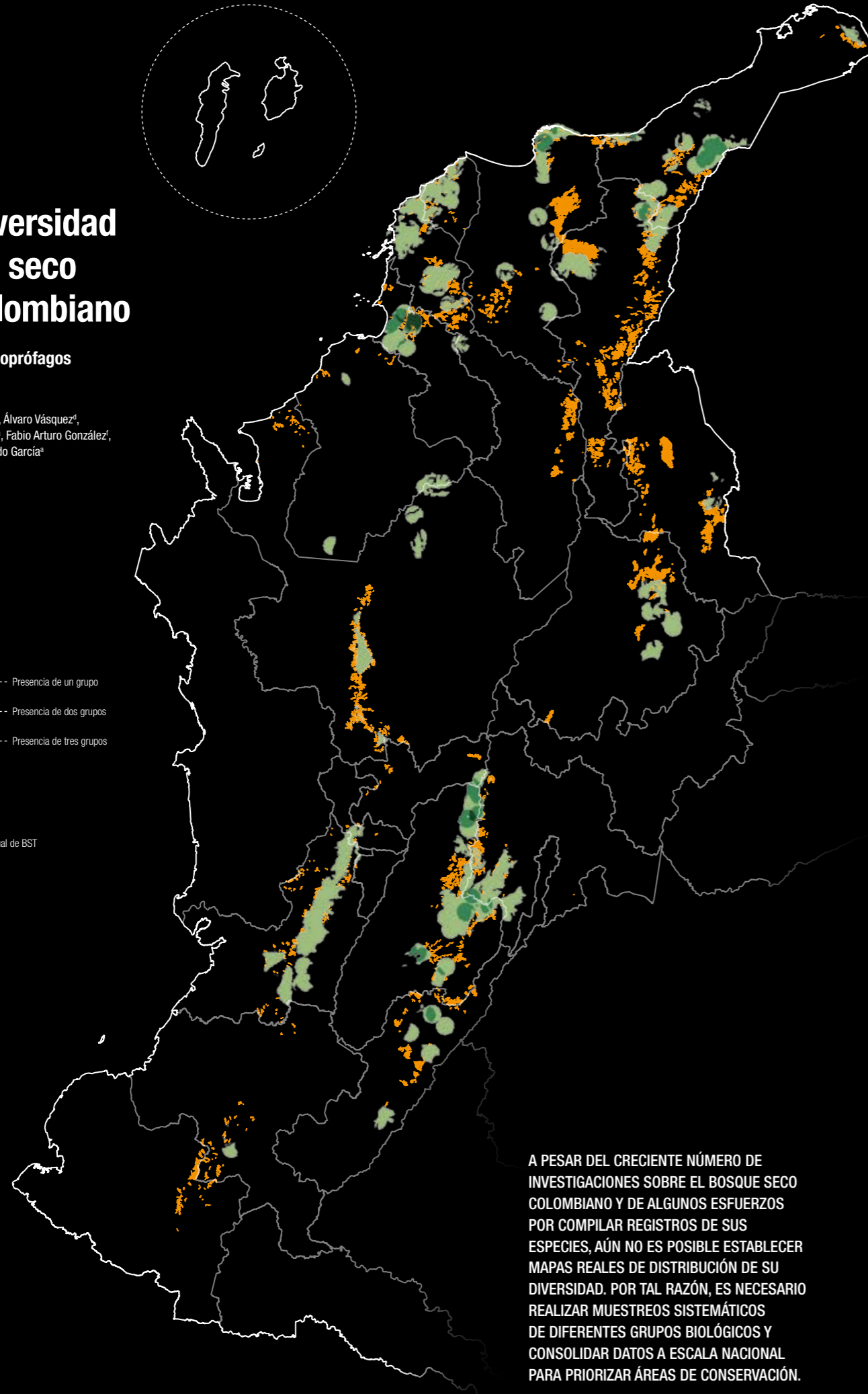
Plantas, escarabajos coprófagos y anfibios

Roy González-M.^{1,2}, Evert Thomas³, Álvaro Vásquez⁴, Camila Pizano⁵, Claudia A. Medina⁶, Fabio Arturo González⁷, Andrés R. Acosta Galvis⁸ y Hernando García⁹

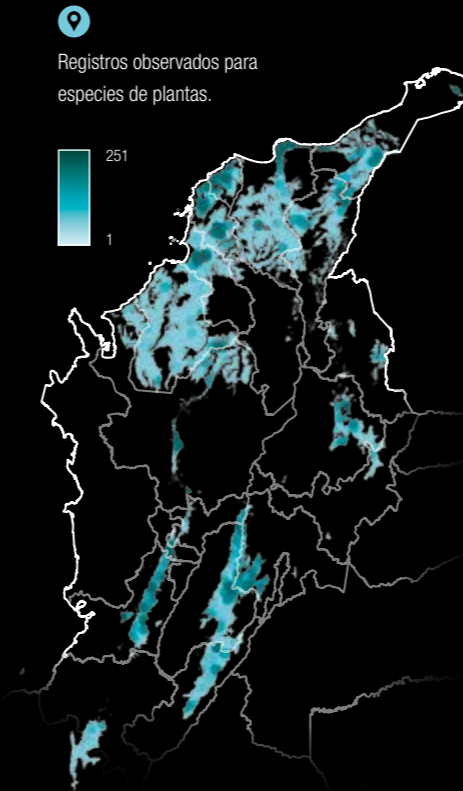
Modelo de riqueza de especies.



Resultados correspondientes al 25% de las áreas con mayor riqueza observada.

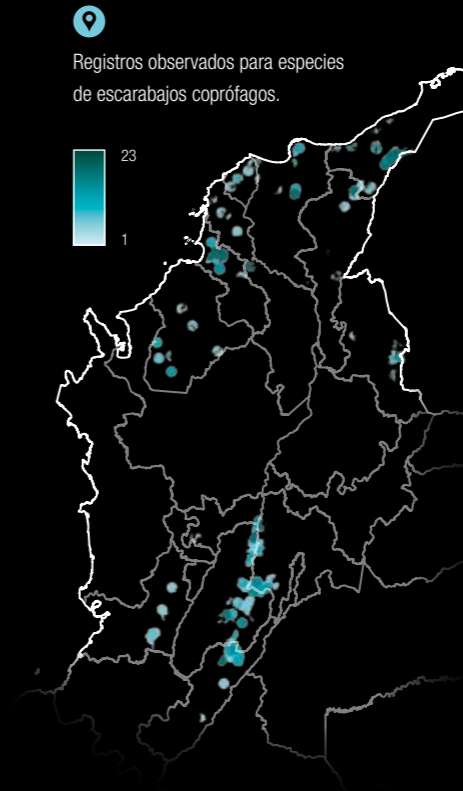


A PESAR DEL CRECIENTE NÚMERO DE INVESTIGACIONES SOBRE EL BOSQUE SECO COLOMBIANO Y DE ALGUNOS ESFUERZOS POR COMPILAR REGISTROS DE SUS ESPECIES, AÚN NO ES POSIBLE ESTABLECER MAPAS REALES DE DISTRIBUCIÓN DE SU DIVERSIDAD. POR TAL RAZÓN, ES NECESARIO REALIZAR MUESTREOS SISTEMÁTICOS DE DIFERENTES GRUPOS BIOLÓGICOS Y CONSOLIDAR DATOS A ESCALA NACIONAL PARA PRIORIZAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN.



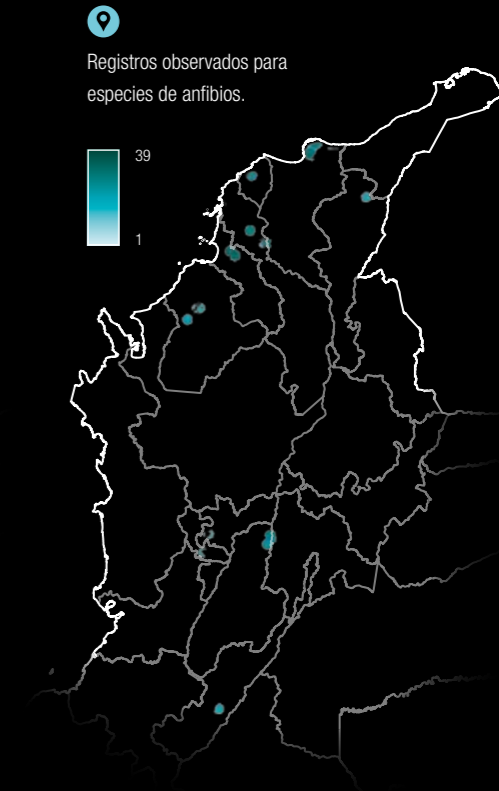
PLANTAS
2569 especies registradas
10% de la diversidad de plantas del país
83 especies endémicas
 Categorías de amenaza: **CR** 6 **EN** 18 **VU** 12

Las leguminosas son el grupo de plantas con mayor número de especies en el BST: 304 nativas, 4 naturalizadas y 31 exóticas.



ESCARABAJOS COPRÓFAGOS
68 especies registradas
24% de la diversidad de escarabajos coprófagos del país
 Alto grado de endemismo (sin reportes oficiales)

El 34% de las especies de escarabajos coprófagos son potencialmente exclusivas de BST en el Caribe y los valles interandinos.
 La colección entomológica del Instituto Humboldt alberga 160.000 ejemplares, de los cuales 7,3% corresponde a coprófagos del BST.



ANFIBIOS
49 especies registradas
6% de la diversidad de anfibios del país
7 especies endémicas
 Categorías de amenaza: **VU** 3 **LC** 42

Las ranas arborícolas (Hyllidae) y las ranas silbonas (Leptodactylidae), con hábitos terrestres y adaptaciones reproductivas a los ambientes secos, son dominantes en este ecosistema.

El bosque seco tropical (BST) es considerado un ecosistema prioritario para la conservación de la diversidad y exclusividad biológica colombiana. El incipiente nivel de conocimiento sobre el BST, su proximidad a las zonas urbanas y su historia de transformación hacia sistemas productivos han puesto en riesgo sus especies, procesos ecológicos y servicios ecosistémicos.

Hasta la fecha, el limitado acceso a la información y a los pocos procesos de recopilación de datos a escala nacional sobre el BST han impedido conocer en detalle la distribución de la riqueza de especies¹. En años recientes, el Instituto Humboldt ha compilado **registros biológicos** de plantas, anfibios y escarabajos coprófagos del BST (grupos indicadores del estado de conservación), en asociación con investigadores de todo el país. Gracias a este esfuerzo colectivo, que pretende estudiar en mayor detalle la diversidad de este ecosistema, se produjeron mapas de distribución de la

riqueza observada para cada uno de los grupos biológicos mencionados.

Tales mapas indican que el Caribe concentra las zonas con valores más altos de riqueza observada de especies de plantas (cerca de 250 especies/km² para Magdalena y Atlántico), al tiempo que registran aproximadamente 39 especies/km² de escarabajos coprófagos. Así mismo, revelan que los anfibios protagonizan los mayores valores en el complejo Barranquilla-Guajira, con 23 especies/km², y en los complejos ecogeográficos Barranquilla-Guajira y Bajo Caribe se concentra el 57% de la riqueza de especies registradas para el norte del país.

A nivel continental, las áreas donde se encuentra actualmente el BST contienen un alto número de especies únicas que son poco compartidas entre las regiones. Esto se traduce en una alta biodiversidad con distribución restringida y típica de cada localidad. No obstante, la información que hoy en día está disponible resulta insuficiente

a la hora de identificar con certeza las zonas con mayor riqueza de especies así como las áreas prioritarias para la conservación del BST. Por ejemplo, salvo por los reportes sobre anfibios en el Catatumbo, los registros de los Llanos, de la región norandina y del valle del río Patía carecen de inventarios sobre escarabajos coprófagos y anfibios. Tales vacíos evidencian la necesidad de aumentar los esfuerzos de muestreo en aquellas zonas prioritarias con vacíos históricos de información.

Los mapas de distribución de la riqueza de especies son herramientas muy útiles para tomar decisiones sobre la conservación de determinado grupo biológico. Los registros de las especies, sintetizados en dichos mapas, ayudan además con la identificación de aquellas áreas sobre las cuales se deben enfocar los inventarios biológicos. Sin embargo, para asegurar la conservación del BST también es necesario incrementar esfuerzos de investigación sobre su ecología, funcionamiento y valor ecosistémico.



Los crocodílicos en Colombia

Estado del conocimiento, uso y conservación

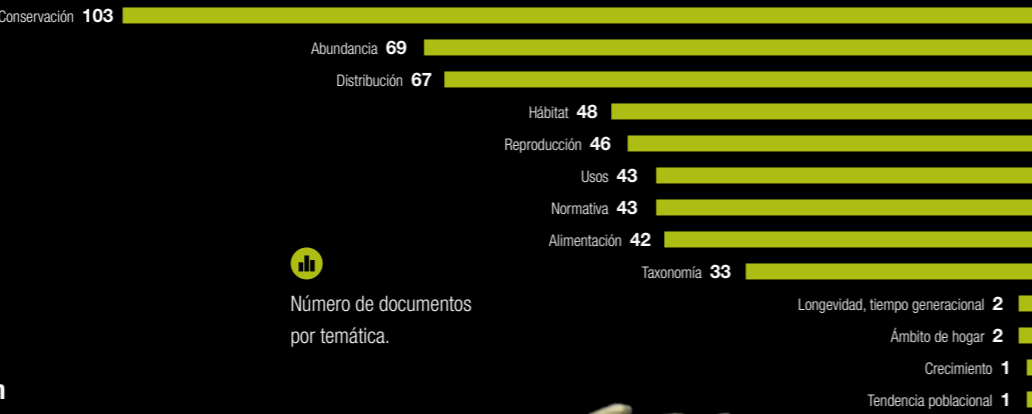
Mónica A. Morales-Betancourt^a y Carlos A. Lasso^a

ES FUNDAMENTAL CONOCER LA HISTORIA NATURAL, DEMOGRAFÍA Y NIVELES DE APROVECHAMIENTO DE LOS CROCODÍLIDOS PARA PODER DIRECCIONAR ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO EFECTIVOS.

En el mundo existen 23 especies de crocodílicos. Colombia, junto con Venezuela, tienen el mayor número de especies (6), la mitad de ellas en alguna categoría de amenaza¹. La importancia ecológica de estos grandes depredadores radica en que no solo regulan las poblaciones de sus presas (moluscos, crustáceos, peces y otros vertebrados), sino que son base fundamental de la **cadena trófica**, puesto que sus deposiciones contribuyen a la productividad de los ecosistemas acuáticos.

Por otra parte, los crocodílicos son fuente de alimento para muchas comunidades rurales e indígenas en áreas remotas, al tiempo que su piel es muy apreciada en el mercado internacional. Sin embargo, esta ha sido la razón principal de su declive poblacional, debido a la cacería sin control. A nivel normativo esta actividad aún no está permitida en el país, de modo que solo es posible aprovechar la piel de aquellos individuos de babillas y caimán aguja que provengan de zocriaderos². No obstante, un manejo más responsable y sostenible de estas prácticas a nivel local podría generar una fuente estable de ingresos para las comunidades más desfavorecidas.

La revisión de los 271 documentos sobre crocodílicos en Colombia, producidos entre 1953 y 2015, concluye que los temas relacionados con gestión (planificación y normativa) e investigación (bioecología, distribución y **taxonomía**) son abordados en mayor proporción que otros aspectos como el uso del recurso. Como era de esperarse, las especies que figuran en mayor número de publicaciones son aquellas con mayor uso comercial: la babilla y dos especies amenazadas, el caimán aguja y el caimán llanero. En contraste, especies como los cachirres, que solo son objeto de consumo para subsistencia, y el caimán negro, a pesar de estar amenazado, tienen un menor número de estudios asociados.



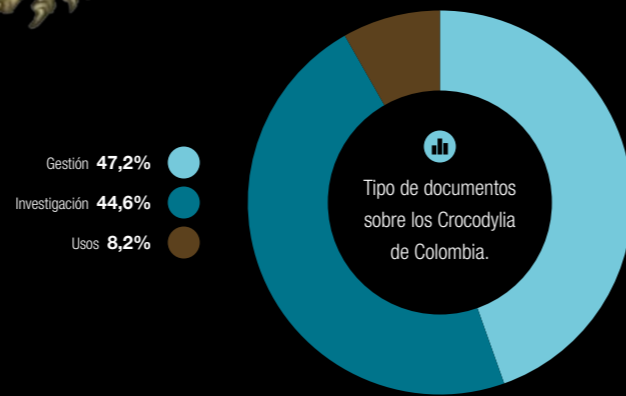
EN
Caimán aguja
Crocodylus acutus

CA MC PA

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

7 m 440 kg

88 documentos



En general, existe mayor información sobre aspectos básicos tales como el hábitat, la alimentación, la reproducción y el tipo de uso de cada especie. Sin embargo, para la mayoría de ellas no hay datos sobre tiempo generacional, longevidad, tasas de crecimiento, demografía o niveles de aprovechamiento. Del mismo modo, aunque existen algunos estudios a nivel poblacional, es necesario realizar más esfuerzos o trabajos de campo con el fin de tener censos poblacionales más completos. Sin embargo, un caso puntual de éxito es el del caimán

aguja, que cuenta con muy buena información y con un plan de manejo para la bahía de Cispatá-Córdoba³. Para que la formulación y la implementación de estrategias de conservación y uso sean realmente efectivas, es indispensable contar con más información sobre aspectos demográficos pero, sobre todo, evaluar y monitorear el nivel de aprovechamiento. Todo esto debe responder a un esfuerzo colectivo en donde interactúen las autoridades ambientales, la Academia, los institutos de investigación, las ONG y, por supuesto, los usuarios del recurso.

LC
Cachirre
Paleosuchus trigonatus

AM OR

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

2 m 30 kg

25 documentos

LC
Babilla
Caiman crocodilus

AM CA MC OR PA

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

2,5 m 30 kg

107 documentos

VU
Caimán negro
Melanosuchus niger

AM

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

5 m 400 kg

43 documentos

LC
Cachirre
Paleosuchus palpebrosus

AM OR

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

2 m 30 kg

28 documentos

CR
Caimán llanero
Crocodylus intermedius

OR

Alimento, Piel, Medicinal, Cultural, Camada, Ornamental, Mascota

7 m 440 kg

105 documentos

Especies de crocodílicos de Colombia.

Cuenca

- AM Amazonas
- CA Caribe
- MC Magdalena-Cauca
- OR Orinoco
- PA Pacífico

Usos

- Alimento
- Piel
- Medicinal
- Cultural
- Camada
- Ornamental
- Mascota

Categoría de amenaza

- CR En Peligro Crítico
- EN En Peligro
- VU Vulnerable
- LC Preocupación Menor

Uso

- Tamaño
- Peso

Número de documentos

BIODIVERSIDAD 2015

Estado y tendencias
de la biodiversidad continental en Colombia

CAPÍTULO

2

Fichas 201 a 207

FACTORES DE TRANSFORMACIÓN Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

201

Impacto de los Libros Rojos (2002-2012) en la conservación de los peces de agua dulce de Colombia

Paula Sánchez-Duarte^a y Carlos A. Lasso^a

LA REEVALUACIÓN DE LISTAS ROJAS PERMITE EVIDENCIAR SI LAS ALERTAS INICIALES SOBRE LAS ESPECIES QUE ESTÁN EN PELIGRO HAN ESTIMULADO PLANES DE ACCIÓN Y MANEJO QUE APORTEN A SU CONSERVACIÓN.



Número de estudios por temática realizados con las especies de peces dulceacuicolas de Colombia listadas en los Libros Rojos (2002 y 2012).



VU
Bagre rayado del Amazonas
Pseudoplatystoma punctifer
4 estudios



CR
Bagre rayado del Magdalena
Pseudoplatystoma magdaleniatum
8 estudios



VU
Bocachico del Magdalena
Prochilodus magdalenae
13 estudios



VU
Blanquillo
Sorubim cuspiacaudus
5 estudios



VU
Capitán de la sabana
Eremophilus mutisii
5 estudios



VU
Pirarucú
Arapaima gigas
5 estudios



VU
Picuda
Salminus affinis
7 estudios

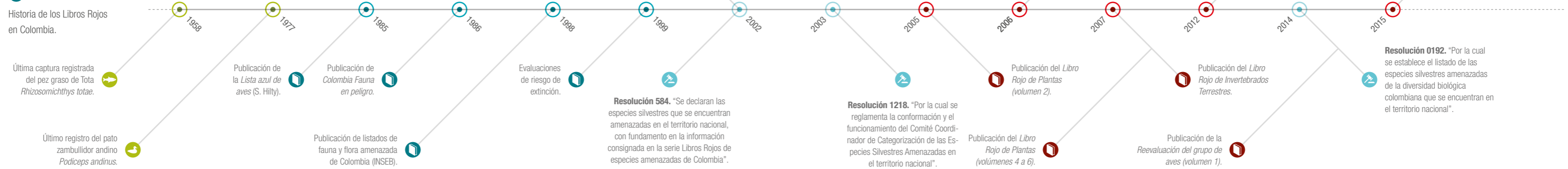


VU
Doncella
Ageneiosus pardalis
7 estudios

Especies de peces dulceacuicolas y número de estudios desarrollados en el periodo entre 2002 y 2015.



Historia de los Libros Rojos en Colombia.



Desde la década de los 80, Colombia ha elaborado listas y libros rojos para llamar la atención sobre las especies que se encuentran en peligro de extinción y para apoyar la definición de prioridades y áreas clave para su conservación¹⁻³. En las evaluaciones, los cambios de categoría de amenaza pueden estar asociados con aspectos como el acceso a mayores niveles de información, cambios taxonómicos o un cambio genuino en el estado de conservación de la especie debido a acciones de conservación exitosas o a deterioros a nivel poblacional⁴. Para medir dichos cambios, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) cuenta con varios indicadores de

seguimiento de la biodiversidad, los cuales permiten obtener una buena representación del estado y las tendencias de las especies⁵. Entre ellos se destaca el Índice de la Lista Roja (ILR), que analiza los cambios en el riesgo de extinción de las especies a lo largo del tiempo con base en los cambios genuinos de categoría de amenaza entre, como mínimo, dos evaluaciones⁵. En ese contexto, el monitoreo del impacto de la publicación de los Libros Rojos de peces dulceacuicolas de Colombia^{6,7} cobra especial relevancia por la evidente importancia ecosistémica y de seguridad alimentaria que representan estas especies y porque este grupo biológico cuenta

con dos ejercicios de categorización (uno de 2002 y otro de 2012). De hecho, cuando se analizaron los resultados obtenidos en los dos análisis de riesgo se detectaron diferencias debido a los cambios en las condiciones del país y en el nivel de conocimiento de la ictiofauna dulceacuicola. Por otra parte, un análisis de la información enviada por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), algunas universidades, ONG e institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental (Sina) evidencia que los estudios realizados responden a una serie de medidas de conservación que se propusieron en las dos evaluaciones realizadas.

Los estudios se centraron principalmente en las especies de la cuenca Magdalena-Cauca, otros analizaron aquellas distribuidas en las cuencas del Orinoco y del Amazonas y, en menor proporción, en las especies de las cuencas del río Catatumbo y aquellas que drenan directamente al Pacífico. Estos estudios representan un avance en las medidas de conservación, pero los resultados obtenidos no son los esperados luego de 13 años. Así mismo, el panorama de la conservación de las especies de peces dulceacuicolas amenazadas no resulta esperanzador, como bien lo expone la actualización del 2012, en la que el número de especies incluidas pasó de 45 a 81.

Por su parte, si bien el cálculo del ILR⁴ indica un descenso en la tasa futura de extinción, es probable que el índice responda a un aumento en la información de las especies evaluadas y no necesariamente a cambios positivos ejercidos para su conservación o la de su hábitat. La extinción de los peces de agua dulce está dada por fuertes amenazas como la sobreexplotación pesquera^{8,9}, la contaminación por vertimientos y minería, la deforestación, la desecación de humedales, la fragmentación del hábitat como consecuencia de la construcción de represas y las invasiones biológicas⁷.

En suma, la tasa de producción de conocimiento sobre los peces de agua dulce del país y su conservación es muy baja frente a la tasa de degradación de los ecosistemas¹⁰. Resulta necesario, entonces, revisar y actualizar el marco normativo vigente y convocar a los actores involucrados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, AUNAP, ONG, Academia, etc.) para mejorar las condiciones actuales de las cuencas, realizar un mínimo de estudios biogeográficos, biológicos y pesqueros, y fortalecer la labor de las CAR. Del mismo modo, es imperativo articular las funciones y competencias de los actores del sector ambiental frente al manejo del sector pesquero y acuícola del país.

202

El bosque seco tropical en Colombia

Distribución y estado de conservación

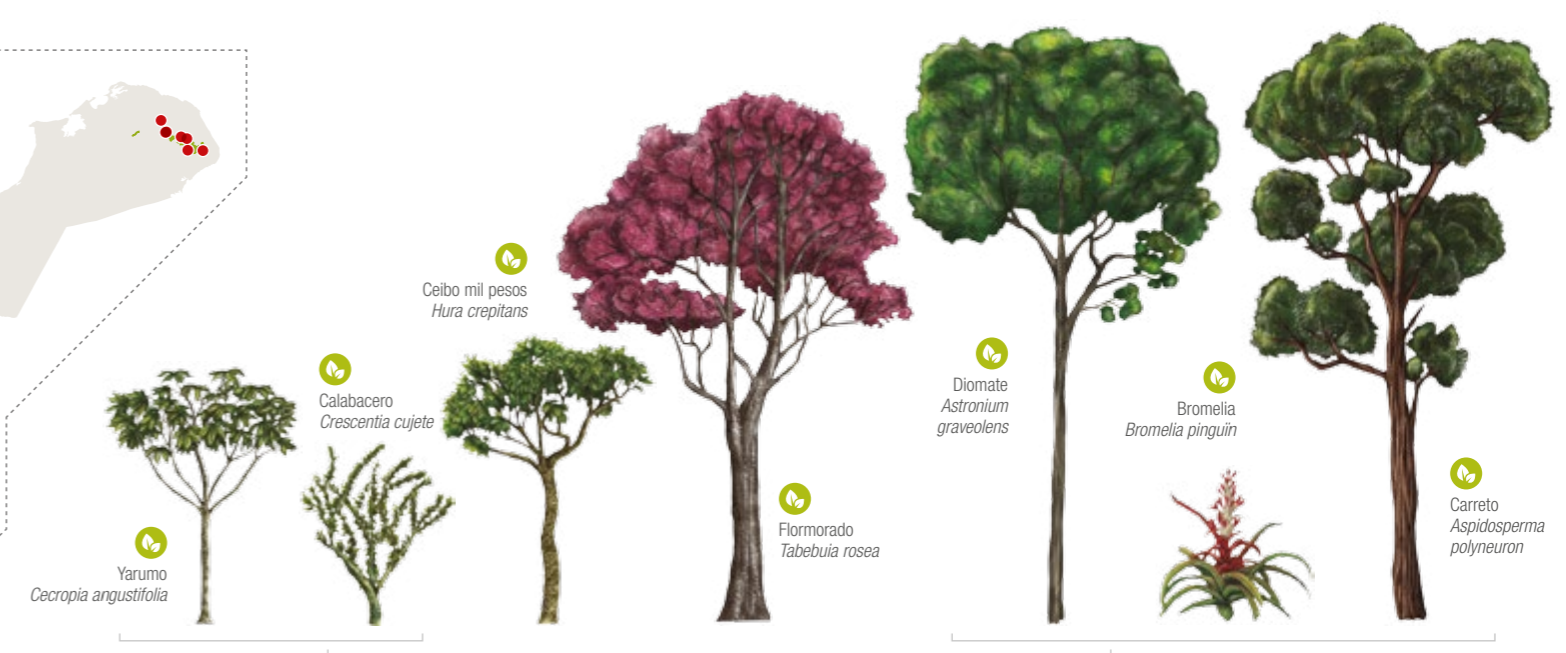
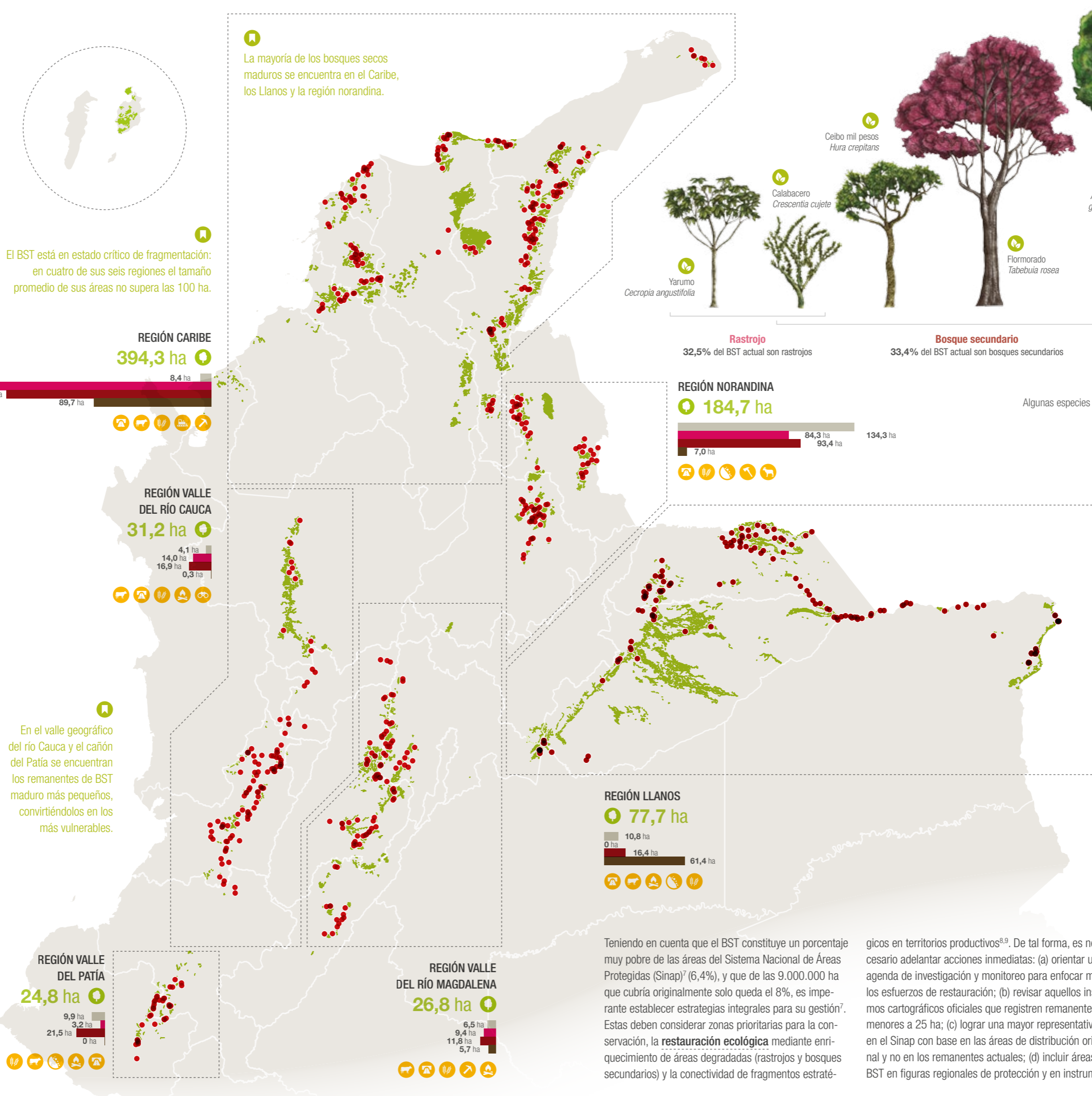
Camila Pizano^a, Roy González-M.^{b,c}, René López^d, Rubén Darío Jurado^e, Hermes Cuadros^f, Alejandro Castaño-Naranjo^g, Alicia Rojas^h, Karen Pérezⁱ, Hernando Vergara-Varela^j, Álvaro Idárraga^k, Paola Isaacs^l y Hernando García^m

EL BOSQUE SECO TROPICAL SE ENCUENTRA EN UN ESTADO CRÍTICO DE FRAGMENTACIÓN Y DEGRADACIÓN EN COLOMBIA. LA MAYORÍA DE SUS ÁREAS ESTÁN EXPUESTAS A PRESIONES ANTROPOGÉNICAS COMO LA GANADERÍA, LA INFRAESTRUCTURA HUMANA Y LA AGRICULTURA.

El bosque seco tropical (BST) se encuentra en tierras bajas (0-1000 m s.n.m.) y se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias con al menos tres meses de sequía (<100 mm de precipitación anual). Este ecosistema sostiene una diversidad única de plantas, animales y microorganismos, cuyas especies se han adaptado a condiciones extremas. El BST contiene aproximadamente 2600 especies de plantas¹, al menos 230 de aves² y 60 de mamíferos, con 83, 33 y 3 especies exclusivas, respectivamente³. Adicionalmente, el BST presta servicios fundamentales, tales como la regulación hídrica, la retención de suelos y la captura de carbono^{4,5}.

La distribución del BST en suelos relativamente fértiles y condiciones climáticas específicas ha convertido sus áreas en escenarios históricos de asentamiento humano. En consecuencia, es considerado como uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico⁶; tanto así que fue declarado como estratégico para la conservación de la biodiversidad por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

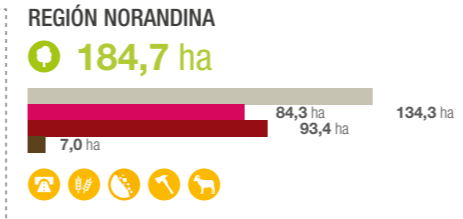
Hasta ahora, la imposibilidad de contar con un insumo cartográfico detallado había impedido la gestión integral del BST. Por tal razón, fue necesario cuantificar su distribución y determinar cuáles eran las presiones antropogénicas que más lo afectaban. La situación actual refleja una severa fragmentación, que se traduce en un número exiguo de remanentes boscosos que podrían limitar la provisión de **servicios ecosistémicos**.



Rastrojo
32,5% del BST actual son rastrosos

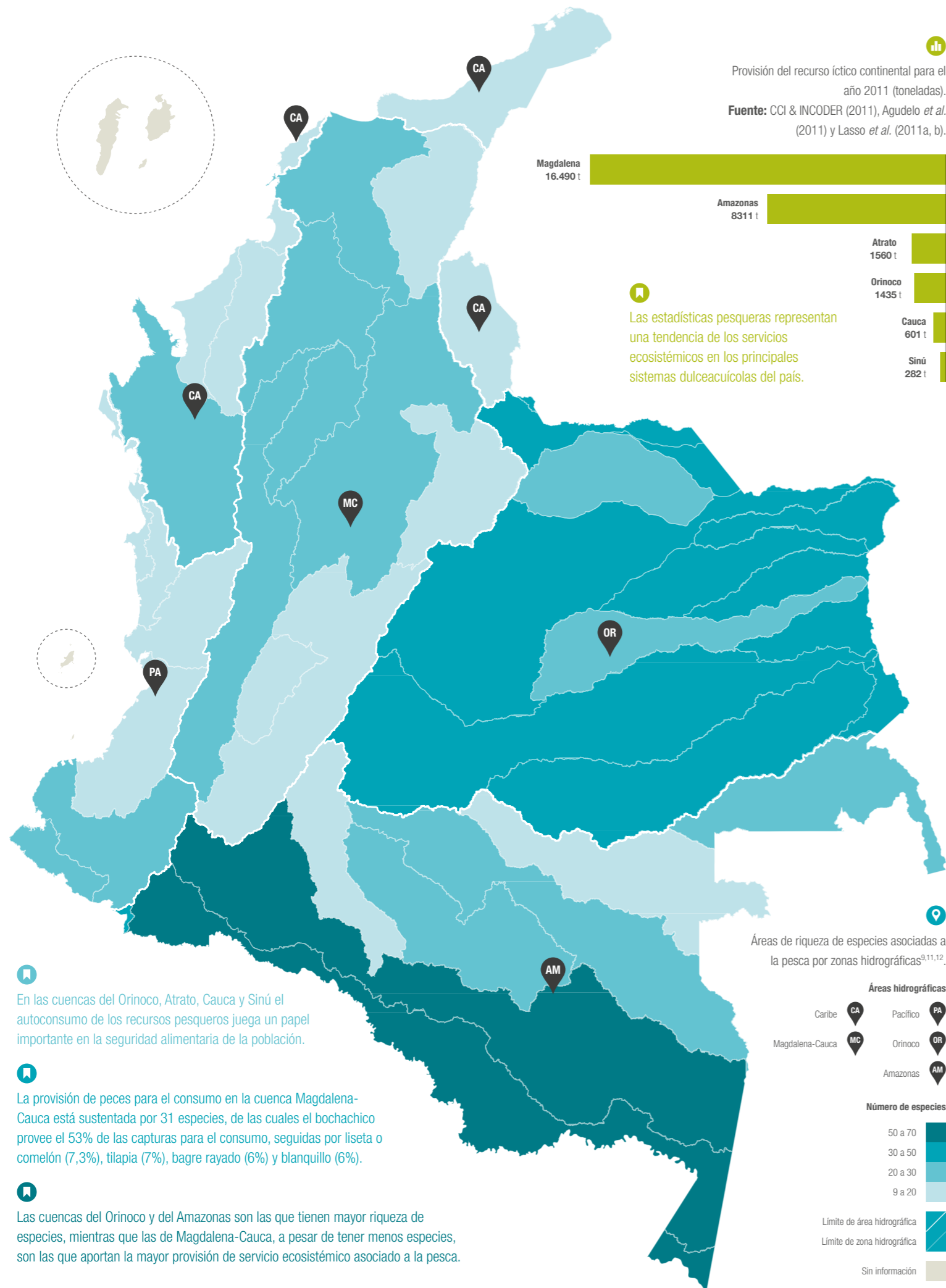
Bosque secundario
33,4% del BST actual son bosques secundarios

Bosque maduro
22,3% del BST actual son bosques maduros



Algunas especies que se pueden encontrar en los diferentes estados sucesionales del BST.

- Puntos de verificación del estado sucesional y las cinco presiones antropogénicas principales del BST para cada región.
- Se verificaron 653 remanentes de BST en las seis regiones donde se distribuye este ecosistema.
- Promedio del tamaño de fragmentos de BST (hectáreas)
- Promedio del tamaño del área de BST en diferentes estados sucesionales (hectáreas)
- Las presiones antropogénicas que más afectan al BST son la ganadería, la infraestructura humana y la agricultura.
- Infraestructura
- Ganadería
- Plantaciones agrícolas
- Tala intensiva
- Tala selectiva
- Minería
- Incendios
- Ecoturismo
- Pastoreo
- Erosión



203

El recurso pesquero continental en Colombia

Riqueza, provisión y amenazas

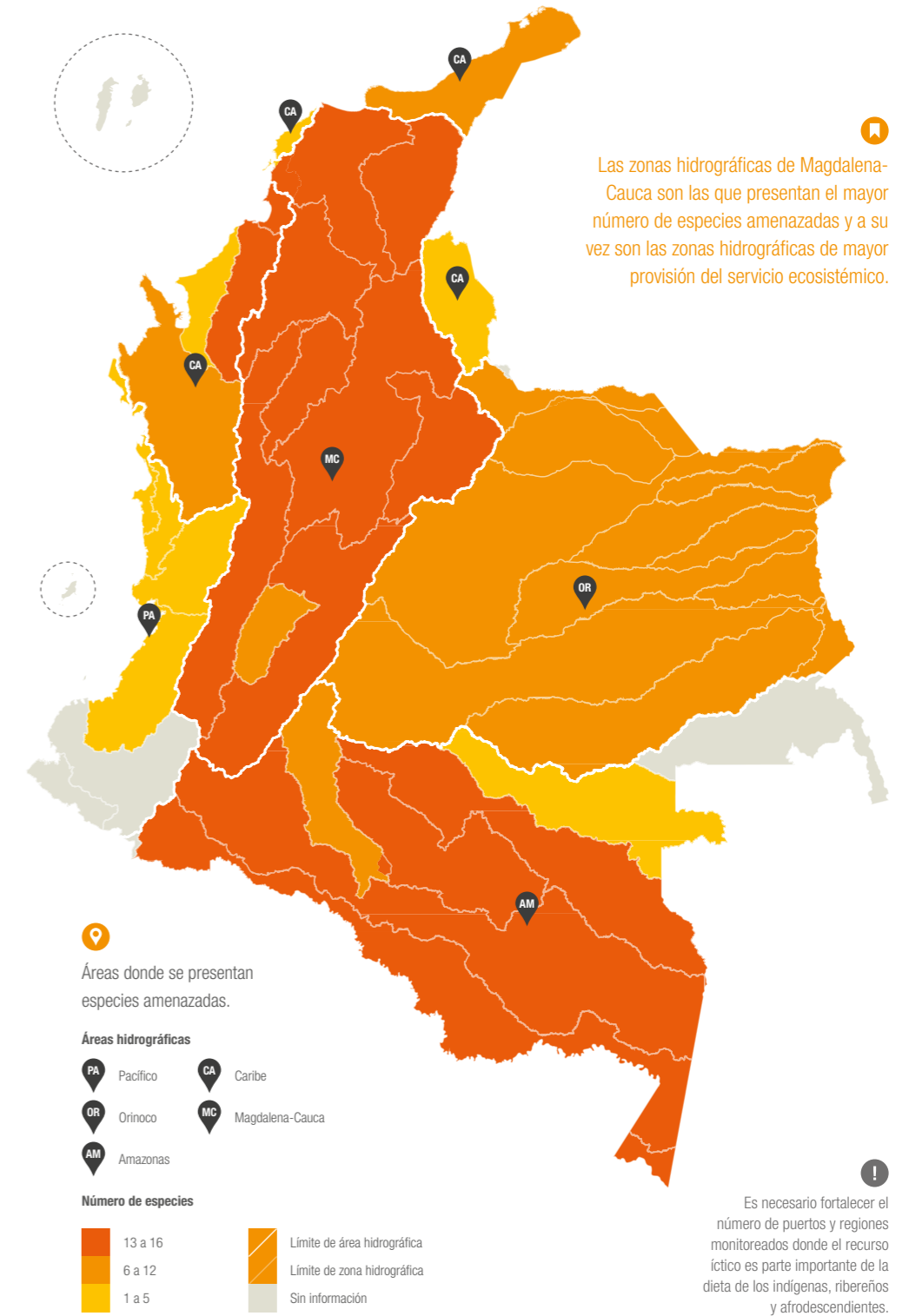
María Doris Escobar^{a,b}, María Helena Olaya^a, Alexi Cusva^{a,c}, Carlos A. Lasso^a y María Cecilia Londoño^a

UNA PARTE IMPORTANTE DE LA PRODUCCIÓN OBTENIDA EN ÁREAS DE ALTA PROVISIÓN DEL RECURSO PESQUERO DEPENDE DE ESPECIES AMENAZADAS. POR TAL RAZÓN, DICHAS ÁREAS DEBEN SER PRIORIZADAS CON MIRAS A CONTROLAR LAS PRESIONES PRINCIPALES SOBRE EL RECURSO ÍCTICO Y ASEGURAR SU SOSTENIBILIDAD.

Los ecosistemas acuáticos son una gran fuente de biodiversidad y proporcionan **servicios ecosistémicos** de provisión, regulación de los ciclos de nutrientes y bienestar escénico y recreacional¹. La pesca, que a nivel mundial proviene como servicio de alimento en un 58,7% del medio natural², en Colombia significó una producción de 79.825 t en el 2011³. Así mismo, como actividad económica de sustento⁴⁻⁶ y de seguridad alimentaria, beneficia a 150.000 familias, el 40% de las cuales depende de este recurso en humedales continentales, generándoles ingresos cercanos al salario mínimo mensual^{3,7}.

En Colombia, las áreas de riqueza del recurso íctico para el consumo (ARI) reflejan la diversidad de peces presente en zonas donde se pueden encontrar especies potencialmente extraíbles. Estas áreas son diversas y variadas, reflejo directo de la gran riqueza íctica asociada con la historia evolutiva de las cuencas, la variedad de los **nichos ecológicos** y la **productividad** de las aguas del país. Por ejemplo, las cuencas del Amazonas y del Orinoco presentan una alta riqueza en las regiones asociadas con grandes afluentes, tales como los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá, Orinoco, Guaviare, Meta y Arauca^{5,8}, y son reconocidas como un núcleo de diversidad íctica a nivel mundial.

Sin embargo, las ARI no corresponden proporcionalmente con las áreas de provisión para el consumo (API), las cuales contienen los principales sistemas acuáticos dulceacuicolas de los que el país se provee⁹. Es importante mencionar que la información de las API solo se



Las zonas hidrográficas de Magdalena-Cauca son las que presentan el mayor número de especies amenazadas y a su vez son las zonas hidrográficas de mayor provisión del servicio ecosistémico.

registra para los puntos de acopio que se consideran más importantes por su actividad comercial, pero no incluye todos los centros de acopio del país. Los mayores niveles de captura por unidad de esfuerzo y elevada producción pesquera en las API están asociados con los sistemas río-planicie de inundación, cuyos hábitats son un ambiente apto para la reproducción y para la cría y protección de los peces¹⁰.

De las 173 especies utilizadas para el consumo⁹, 81 han sido clasificadas en alguna categoría de amenaza, según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)¹⁰. La sobreexplotación del recurso, la degradación de sus sistemas acuáticos, la introducción de especies invasoras y los efectos del cambio climático^{5,7,8} son algunas de las causas que han

llegado a reducir la producción pesquera en un 60% durante los últimos 50 años. Por ejemplo, el 84% de la oferta pesquera de la cuenca de Magdalena-Cauca depende de especies amenazadas, lo que hace que la conservación de sus recursos ícticos sea prioritaria.

En términos generales, la tendencia de los recursos pesqueros del país a mediano plazo augura una producción insostenible, junto con sus consiguientes **conflictos ambientales** y sociales en términos de seguridad alimentaria, deterioro de los ecosistemas y pérdida de la biodiversidad¹¹. Tal escenario podría mitigarse con una gestión efectiva, basada en modelos alternativos y sostenibles de producción pesquera de **especies nativas**, que eviten la sobreexplotación de especies amenazadas y las **invasiones biológicas**.



204

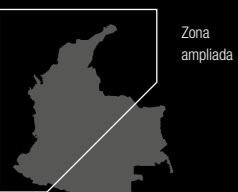
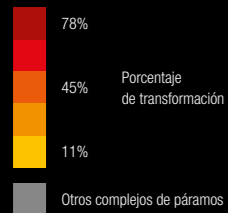
Cambios en las coberturas paramunas

Las amenazas de los páramos de Colombia

Camilo Esteban Cadena-Vargas* y Carlos Enrique Sarmiento*

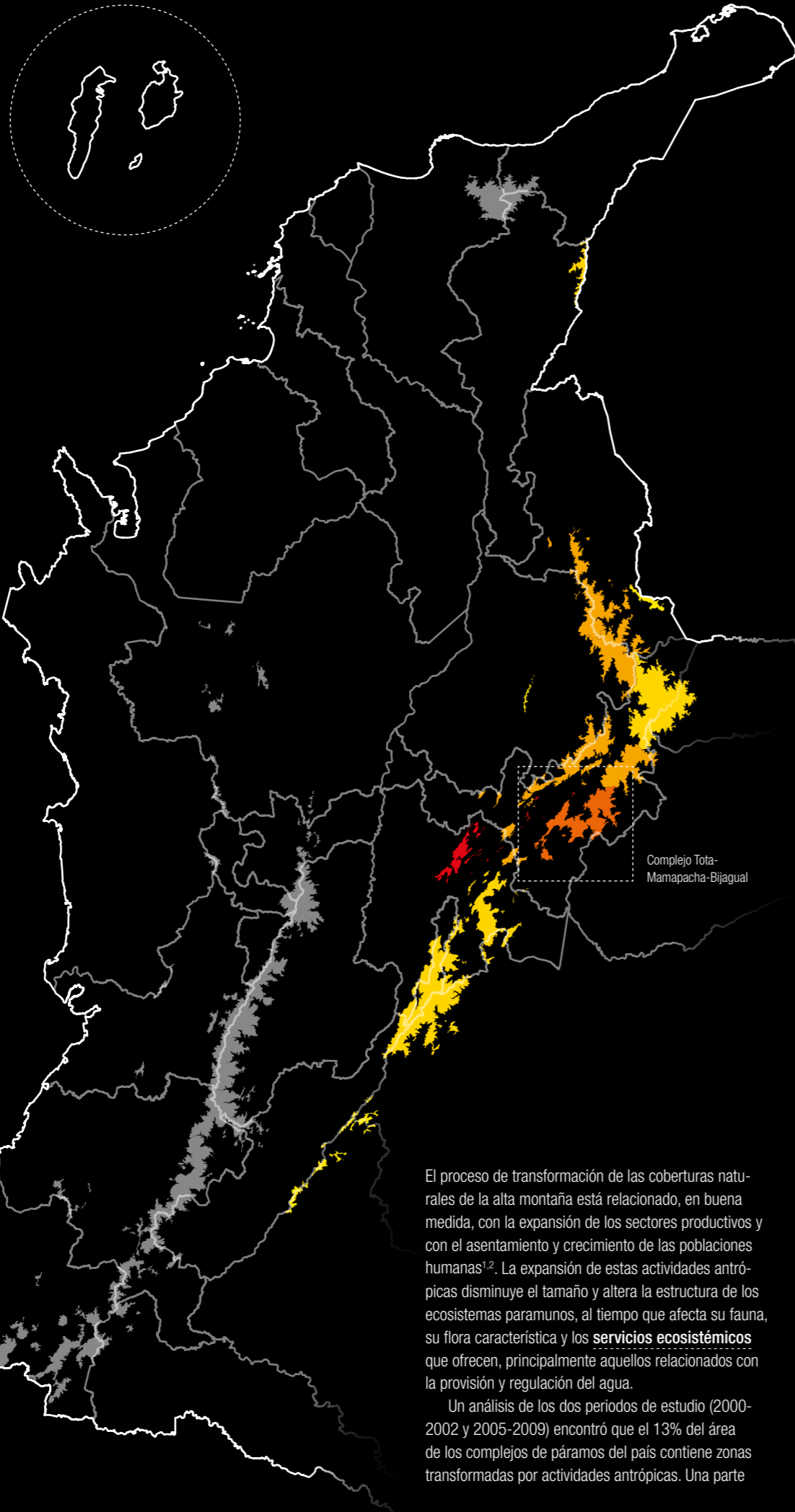
LA EXPANSIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS HA TRANSFORMADO UNA PARTE IMPORTANTE DE LAS COBERTURAS NATURALES DE PÁRAMO. TAL FENÓMENO HA GENERADO PÉRDIDAS CONSIDERABLES EN TÉRMINOS DE SU DIVERSIDAD Y DE LOS SERVICIOS QUE ESTOS ECOSISTEMAS OFRECEN.

Porcentaje de transformación de la vegetación natural en los complejos de páramos de la cordillera Oriental.



Más del 70%

de las coberturas del complejo Altiplano Cundiboyacense, ubicado en la cordillera Oriental, son áreas transformadas (3642 ha transformadas de un total 4657 ha).



El proceso de transformación de las coberturas naturales de la alta montaña está relacionado, en buena medida, con la expansión de los sectores productivos y con el asentamiento y crecimiento de las poblaciones humanas^{1,2}. La expansión de estas actividades antrópicas disminuye el tamaño y altera la estructura de los ecosistemas paramunos, al tiempo que afecta su fauna, su flora característica y los **servicios ecosistémicos** que ofrecen, principalmente aquellos relacionados con la provisión y regulación del agua.

Un análisis de los dos periodos de estudio (2000-2002 y 2005-2009) encontró que el 13% del área de los complejos de páramos del país contiene zonas transformadas por actividades antrópicas. Una parte

importante se encuentra en la cordillera Oriental, 21% de cuya área paramuna está transformada. Le sigue el sector de Nariño-Putumayo, con 11% de territorios transformados y la cordillera Central, con un 10%. Igualmente, en la mayoría de los complejos de páramos hay un aumento en el uso de coberturas para agricultura, pastos y extracción minera.

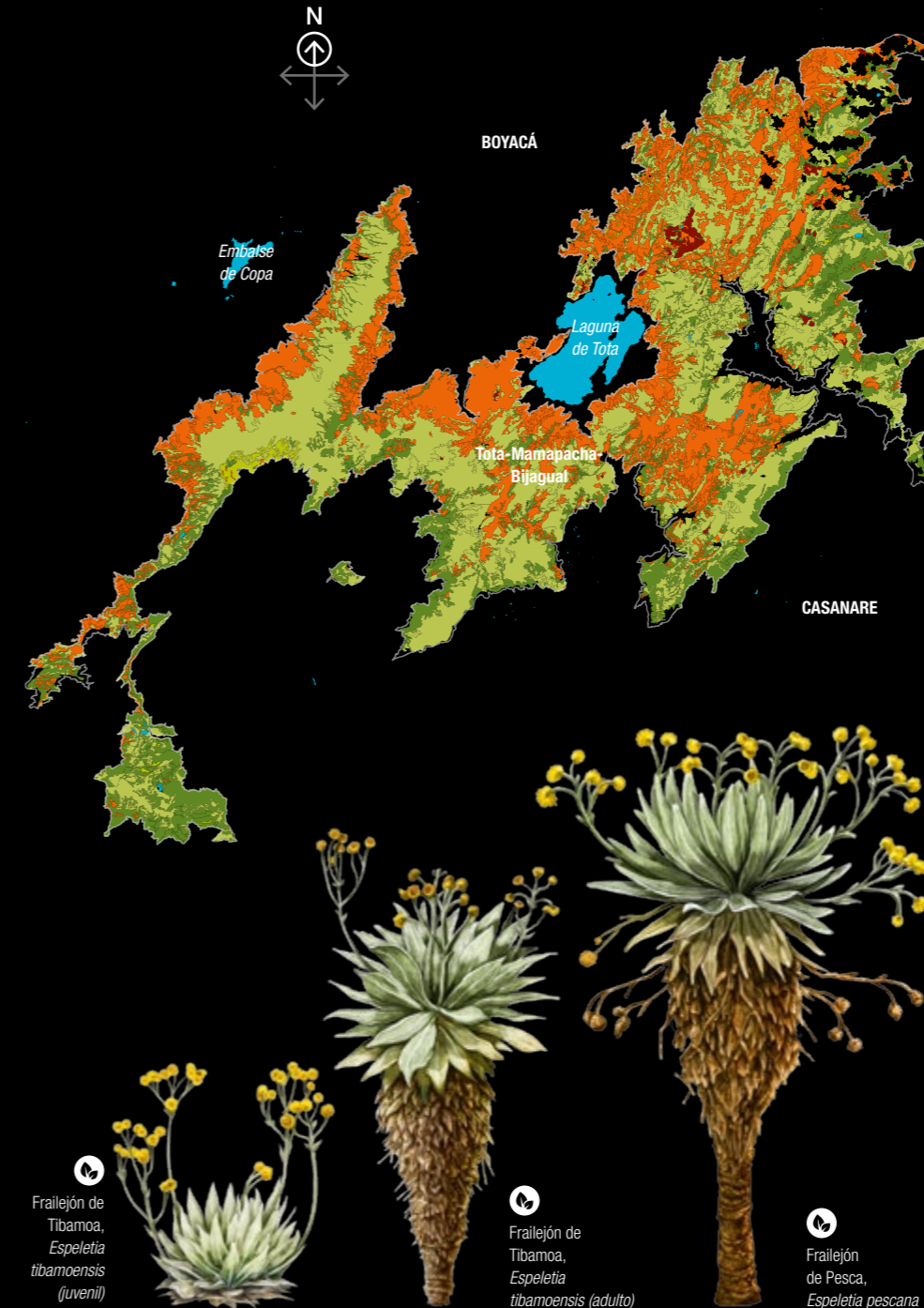
Se ha propuesto que el incremento de pastos o cultivos implicará la disminución constante de cobertura paramuna, especialmente en complejos como Cocuy y Pisba³. Dicha pérdida está relacionada con fenómenos como el aumento en la frecuencia de fuegos, que responde a las prácticas culturales empleadas durante el establecimiento de cultivos y áreas ganaderas. En

el complejo Cruz Verde-Sumapaz se han identificado áreas quemadas que corresponden con el 18% de su área (entre 2001 y 2013), incluso al interior del Parque Nacional Sumapaz⁴. Por esto se prevé que estas prácticas generarán disminución del recurso hídrico para los centros urbanos, pues implican una pérdida de plantas involucradas en la retención de la humedad y una alteración de las características del suelo y la vegetación⁵.

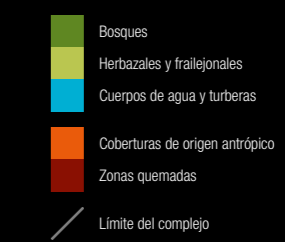
El grado de transformación de los ecosistemas en los páramos debe servir como voz de alerta para que las autoridades nacionales, regionales y locales implementen medidas de seguimiento y control, con miras a regular aquellas actividades que reducen las coberturas naturales. Así mismo, es necesario desarrollar e implementar

planes de ordenamiento y estrategias de manejo de áreas naturales, así como revisar los datos que aportan grupos de investigación y la Academia sobre tendencias y modelos de cambio. Finalmente, es vital coordinar fórmulas con la comunidad aledaña para promover el mantenimiento y la restauración de sus respectivos ecosistemas.

Una efectiva gestión de monitoreo de la diversidad biológica y de análisis geográfico, basado en diferentes escalas y periodos de tiempo, permitirá reconocer los cambios naturales o antrópicos que se presenten en los complejos de páramos. Esto, a su vez, conducirá a la identificación y priorización de aquellas áreas que estén bajo presión y arrojará luz sobre las posibles causas y consecuencias de su respectiva situación.



Coberturas del complejo Tota-Mamapacha-Bijagual. Fuente: IDEAM (2014).



PÁRAMOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL. El escenario en la cordillera Oriental es alarmante ya que se perdieron coberturas naturales paramunas en mayor proporción que en el resto del país. En complejos como Guerrero y Altiplano Cundiboyacense las áreas agrícolas y pastos abarcan del 47% al 78% de su área. Y, si bien se registra una leve recuperación de la vegetación, es relevante evaluar su estado y composición, y se debe establecer si las áreas están sufriendo de un fenómeno de "paramización", que si bien implica la presencia de especies de páramo en áreas que tenían otra cobertura, incide negativamente en la provisión de **servicios ecosistémicos**.

Resultados similares ya registraban cambios considerables de cobertura, especialmente entre 1985 y 2000⁶. En complejos como Almorzadero y Tota-Mamapacha-Bijagual se identificó un 27% y un 29% de cobertura transformada, respectivamente. En dichos complejos aumentaron las áreas agrícolas y disminuyeron las que corresponden a pajonales y arbustos naturales. De acuerdo con estos patrones de transformación, se sugiere que puede darse una disminución de especies particulares de páramo como los frailejones (*Espeletia dugandii*, *E. estanislana*, *E. pescana*, *Espeletiopsis petiolata*, *E. tibamoensis* y *E. sclerophylla*). Este grupo de plantas, propio de dichas áreas, no solo proporciona una gran parte de la **biomasa** del ecosistema^{7,8} con una alta riqueza y nivel de **endemismos**⁹, sino que tiene potenciales aplicaciones en la medicina¹⁰.



Porcentaje de áreas alteradas en cada categoría de humedal en Colombia.



CATEGORÍAS DE HUMEDAL

Humedal permanente abierto.

La presencia de agua es constante y sin presencia de árboles.

Humedal permanente bajo dosel.

La presencia de agua es constante pero la lámina de agua está cubierta por el dosel de los árboles.

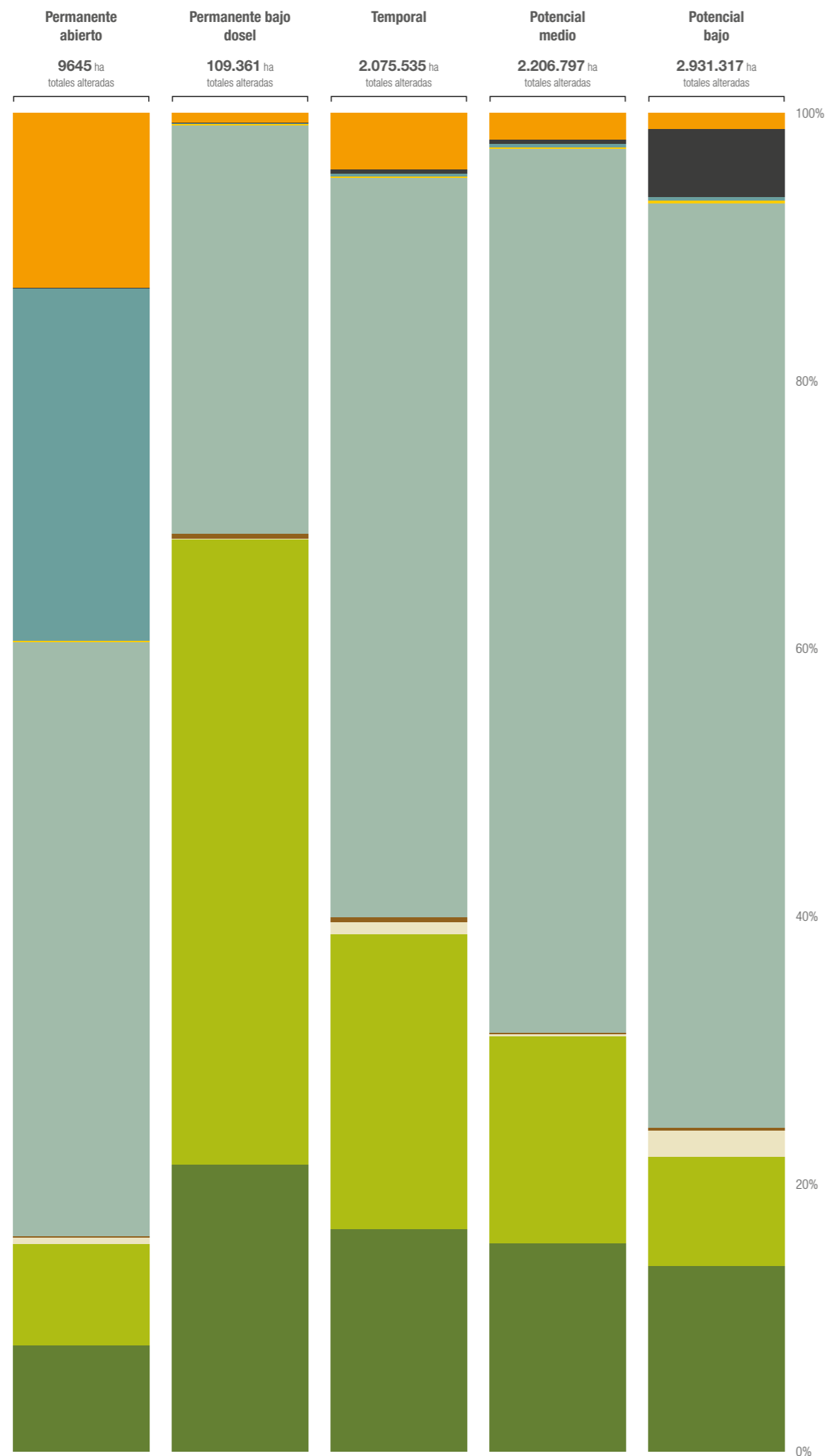
Humedal temporal. La presencia de agua es constante pero ocurre con cierta periodicidad. Tiene una alta estacionalidad y la lámina de agua desaparece en periodos intraanuales.

Potencial medio de humedal.

Características edafológicas o geomorfológicas identifican el área con una probabilidad media de ser humedal. La inundación tiene periodos de retorno interanuales.

Potencial bajo de humedal.

Características edafológicas o geomorfológicas identifican el área con una probabilidad baja de ser humedal. La inundación tiene periodos de retorno interanuales.



BIODIVERSIDAD 2015

205

Humedales y actividades antropogénicas

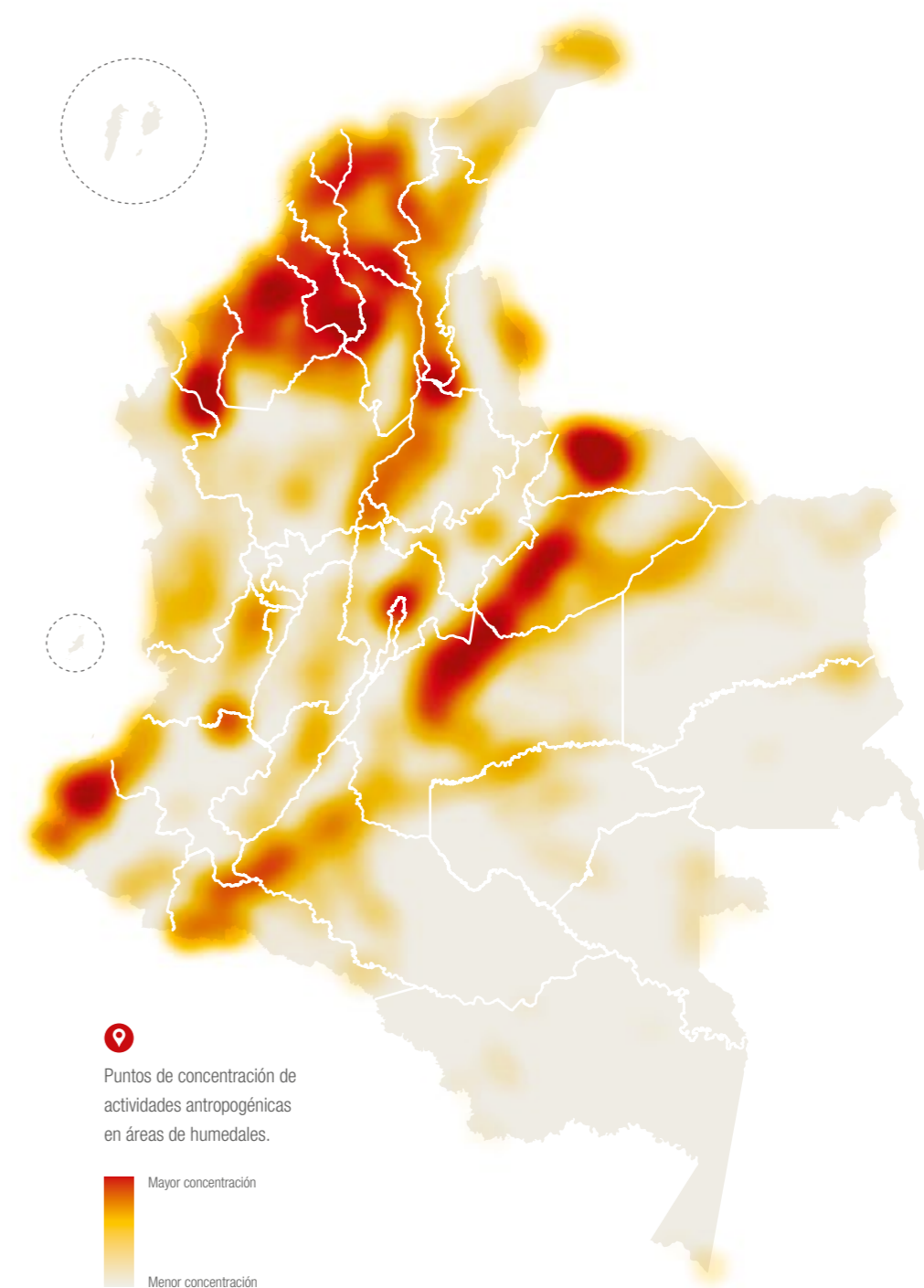
Jorge E. Patiño^a, Lina M. Estupiñán Suárez^a y Úrsula Jaramillo^a

EL 24% DE LAS ÁREAS DE HUMEDAL IDENTIFICADAS EN EL TERRITORIO NACIONAL ESTÁ SIENDO UTILIZADO PARA ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE GENERAN CAMBIOS PARCIALES EN SU DINÁMICA ECOLÓGICA.

Los humedales se caracterizan por ser ecosistemas muy productivos, que además proveen **servicios ecosistémicos** vitales como la regulación de inundaciones, la filtración de contaminantes, el suministro de agua y alimentos, y la oferta de servicios culturales y espirituales¹⁻⁴. En Colombia son considerados como **ecosistemas estratégicos** puesto que garantizan y mantienen el equilibrio de procesos ecológicos básicos⁵. Tal particularidad los ha convertido en centros de asentamiento humano, lo cual ha precipitado cambios acelerados en sus coberturas y ha causado que más de la mitad de los humedales alrededor del mundo se hayan perdido durante el último siglo⁶.

En el país, el 24% de las zonas identificadas como humedal, reflejadas en el mapa de humedales de Colombia⁷, ha sufrido cambios causados por usos antrópicos. Estas transformaciones reflejadas en las coberturas denotan un cambio en el ecosistema, conclusión sustentada por el análisis de imágenes satelitales. Actualmente, la mayor parte de las áreas de humedal están siendo utilizadas principalmente para ganadería y agricultura o han sido deforestadas para la ampliación de la frontera agropecuaria. La minería, la urbanización, la construcción de obras civiles, la degradación de tierras y los incendios forestales también aparecen, en menor medida, como actividades que tienen lugar en estas zonas. En Colombia, este análisis evidencia a la ganadería como la principal actividad sobre áreas de humedal, con 4.000.000 ha usadas para la misma; esta información coincide con los impulsores de cambio de los humedales en otras partes del mundo⁸⁻¹⁰.

La mayor parte de los humedales temporales y de los de potencial medio y bajo está siendo intervenida⁷.



Esto sugiere que la fuerte estacionalidad de estos tipos de humedales, que implica la ausencia de una lámina de agua durante cierto periodo de tiempo, puede explicar por qué las actividades productivas allí son más frecuentes; probablemente resultado del desconocimiento sobre su importancia ecosistémica y su pertinencia en lo que se refiere a la gestión del riesgo por inundaciones.

La identificación de coberturas antrópicas en áreas de humedal constituye una primera alerta de la magnitud de la transformación del país. No obstante, estos resultados se deben complementar con un análisis de cómo y en qué medida cada tipo de uso puede afectar o no la integridad de los humedales, proceso que se dificulta por las particularidades de cada motor de transformación en las zonas afectadas. Tal es el caso de la ganadería bufalina, actividad para la cual aún

no se ha evaluado su impacto y capacidad de carga en Colombia y se desconoce si los humedales pueden soportarla sin alterar su integridad. En contraste, la ganadería trashumante, que ha sido tradicional en la Orinoquia y en tierras bajas de la cuenca del Magdalena-Cauca, ha sido compatible con las dinámicas naturales de inundación y sequía durante décadas. En esta medida, la gestión de los humedales debe considerar políticas diferenciadas en el territorio y específicamente diseñadas para cada tipo de humedal, ya que el uso de las coberturas varía a nivel nacional.

En este contexto, las evaluaciones integrales de la dinámica natural de estos ecosistemas cobran cada vez mayor importancia a la hora de determinar cuáles son las consecuencias de inducir el cambio en zonas de humedal y sus efectos sobre los servicios que proveen a largo plazo.



Versión en línea
reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap2/205

Fichas relacionadas en BIODIVERSIDAD 2014
209 | 210

Temáticas
Humedales | Servicios ecosistémicos | Ganadería | Agricultura

Institución: a. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

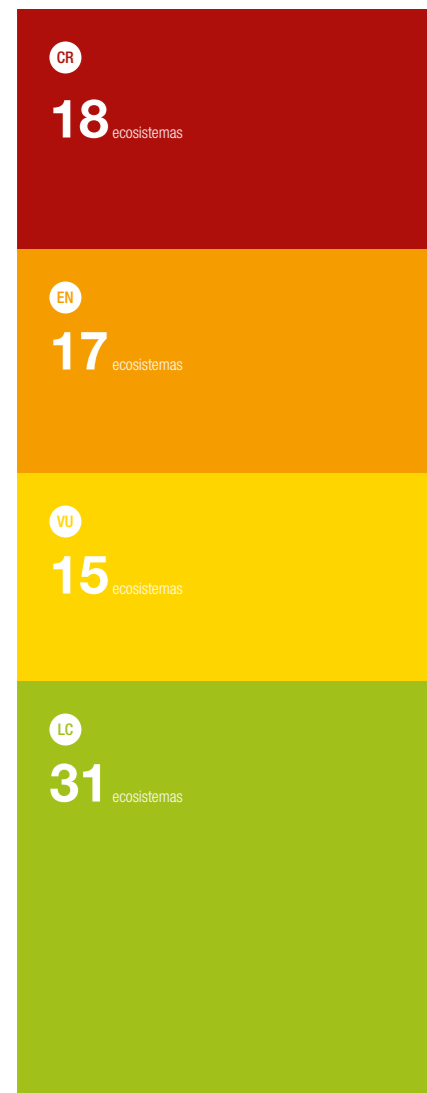


206

Lista Roja de Ecosistemas Terrestres de Colombia

Andrés Etter R.^a, Ángela Andrade^b, Paula Amaya^a y Paulo A. Arévalo^{a,c}

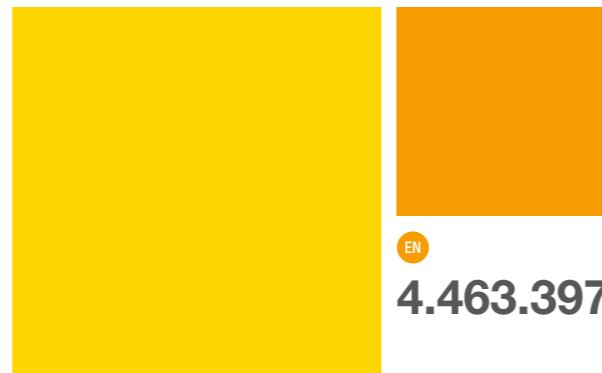
POR PRIMERA VEZ EN EL PAÍS SE HAN APLICADO LOS CRITERIOS DESARROLLADOS POR LA UICN PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES.



ii Número de ecosistemas en alguna categoría de amenaza.



LC 56.537.568 ha



VU 4.463.397 ha

ii Área de ecosistemas en alguna categoría de amenaza.

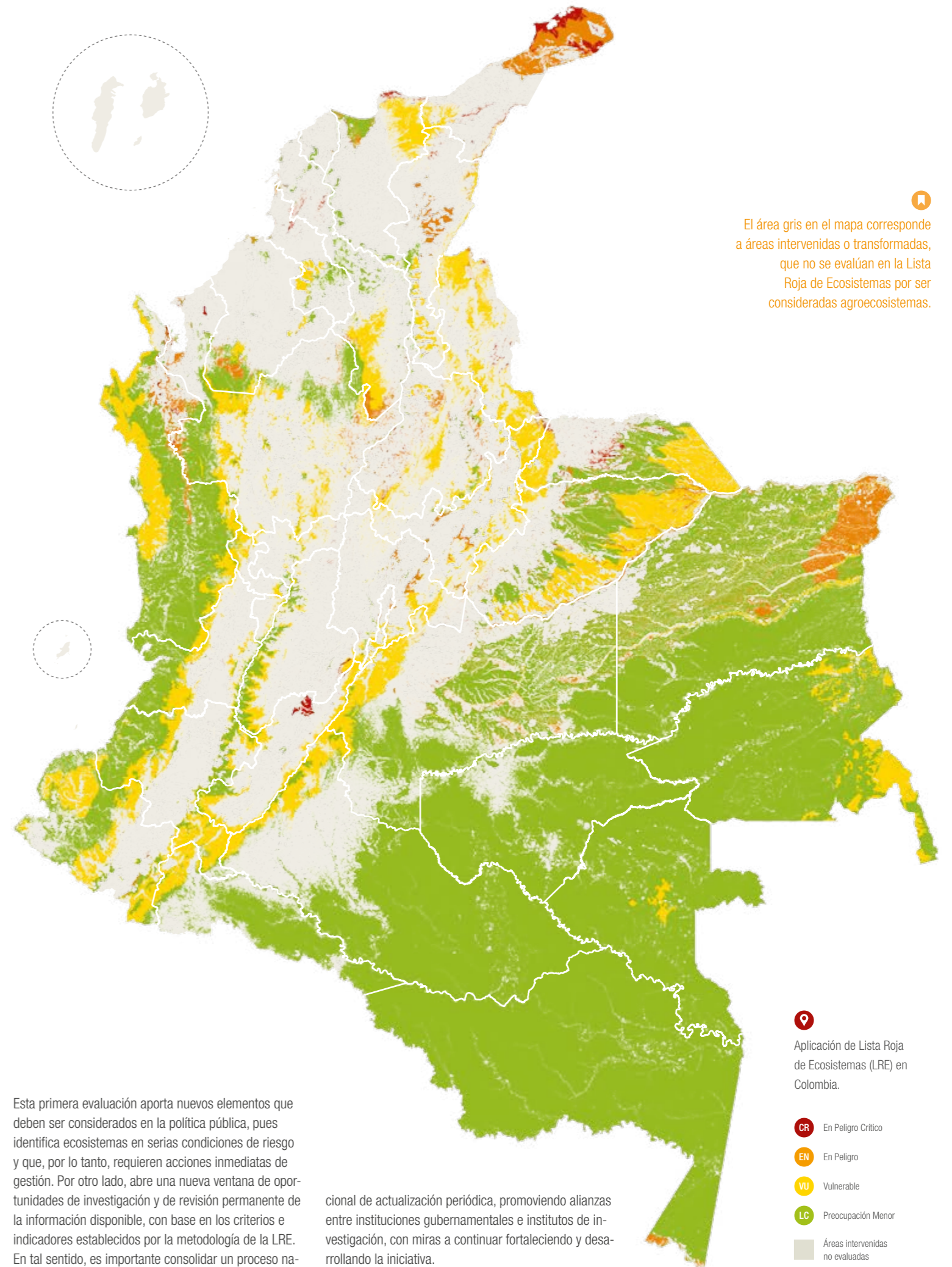
CR 885.562 ha

Los ecosistemas suministran los **servicios ecosistémicos** básicos para el bienestar humano. En tal medida, conocer cuál es su situación es relevante para la sociedad en general. Si los ecosistemas se encuentran seriamente transformados o degradados, las condiciones de vida de las comunidades que se benefician de ellos, y el logro de las metas de desarrollo del país, se verán afectados¹.

Con el propósito de evaluar el estado de amenaza de los ecosistemas y de apoyar los procesos de toma de decisiones y gestión, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a través de la Comisión de Manejo Ecosistémico, diseñó una metodología que permite evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas de forma cuantitativa y estandarizada a nivel mundial². El resultado es la Lista Roja de Ecosistemas (LRE), una herramienta orientada a evaluar riesgos, detectar amenazas y alertas tempranas, priorizar áreas de conservación, identificar prioridades de **restauración ecológica** y monitorear el cambio climático. Los criterios utilizados en la evaluación incluyen la reducción en la distribución geográfica (criterios A, B) y la degrada-

ción de procesos esenciales y de los componentes bióticos (criterios C y D); de esta forma la clasificación de los ecosistemas obedece a categorías similares a las de la Lista Roja de Especies.

Esta primera aplicación nacional de la LRE se realiza sobre la base de un mapa de ecosistemas potenciales, que distingue 81 ecosistemas terrestres³. La evaluación reveló que alrededor del 50% de los tipos de ecosistemas identificados para el país se encuentran en categorías de riesgo, ya sea en Estado Crítico (CR) o En Peligro (EN), siendo el criterio de reducción de área (A) el aspecto dominante en su categorización. Las causas de reducción de área más importantes incluyeron la expansión de la frontera agrícola y la escasa conservación de los remanentes de los ecosistemas originales en los mosaicos de los paisajes rurales y urbanos del país. Así mismo, las regiones más afectadas fueron el Caribe y los Andes, y se prevé que otras amenazas, tales como el **cambio climático**, tendrán un mayor efecto en estas mismas regiones debido a la disminución en la disponibilidad de agua y al efecto de este fenómeno sobre los procesos bióticos analizados¹.



ii El área gris en el mapa corresponde a áreas intervenidas o transformadas, que no se evalúan en la Lista Roja de Ecosistemas por ser consideradas agroecosistemas.

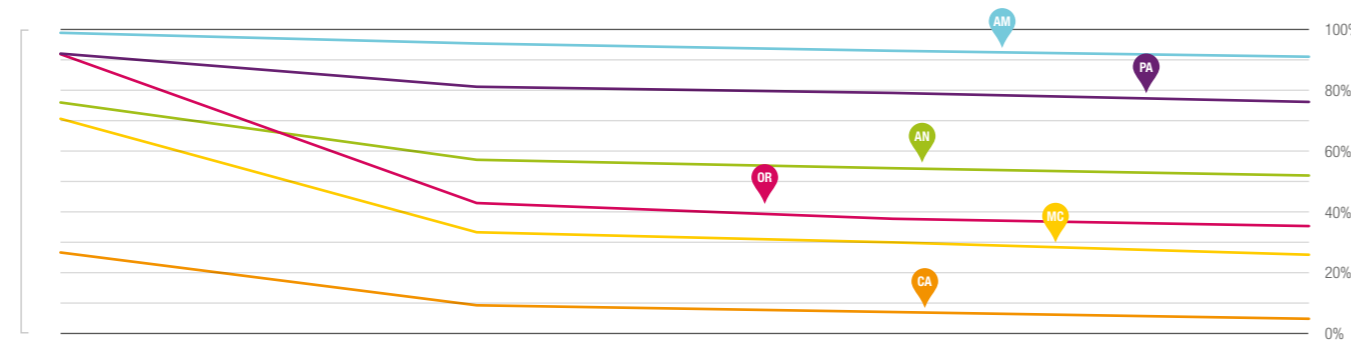
Esta primera evaluación aporta nuevos elementos que deben ser considerados en la política pública, pues identifica ecosistemas en serias condiciones de riesgo y que, por lo tanto, requieren acciones inmediatas de gestión. Por otro lado, abre una nueva ventana de oportunidades de investigación y de revisión permanente de la información disponible, con base en los criterios e indicadores establecidos por la metodología de la LRE. En tal sentido, es importante consolidar un proceso na-

cional de actualización periódica, promoviendo alianzas entre instituciones gubernamentales e institutos de investigación, con miras a continuar fortaleciendo y desarrollando la iniciativa.

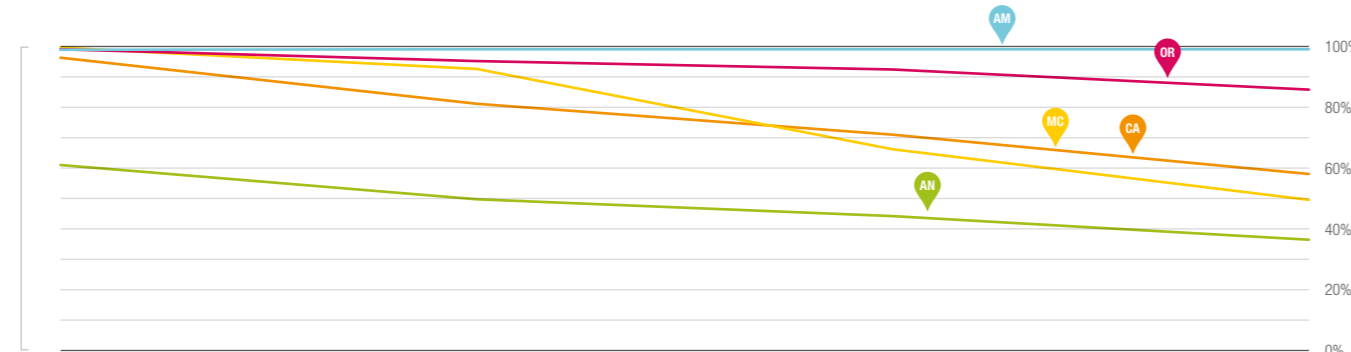
i Aplicación de Lista Roja de Ecosistemas (LRE) en Colombia.

- CR** En Peligro Crítico
- EN** En Peligro
- VU** Vulnerable
- LC** Preocupación Menor
- Áreas intervenidas no evaluadas

BOSQUE



SABANA



PÁRAMO



BIODIVERSIDAD 2015

207

Bosques, sabanas y páramos

Cincuenta años de transformación en los ecosistemas en Colombia

Andrés Etter R.^a, Paula Amaya^a y Paulo A. Arévalo^{a,b}

ACTUALMENTE, EL 34% DE LOS ECOSISTEMAS EN TERRITORIO COLOMBIANO HA SIDO OBJETO DE TRANSFORMACIONES. TAL FENÓMENO, QUE SE CONCENTRA ESPECIALMENTE EN LOS ANDES Y EL CARIBE ES, EN BUENA MEDIDA, RESULTADO DE LA EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGROPECUARIA.



Porcentaje de coberturas remanentes para seis regiones del país.

- AM Amazonia
- AN Andes
- CA Caribe
- MC Magdalena y Catatumbo
- OR Orinoquia
- PA Pacífico

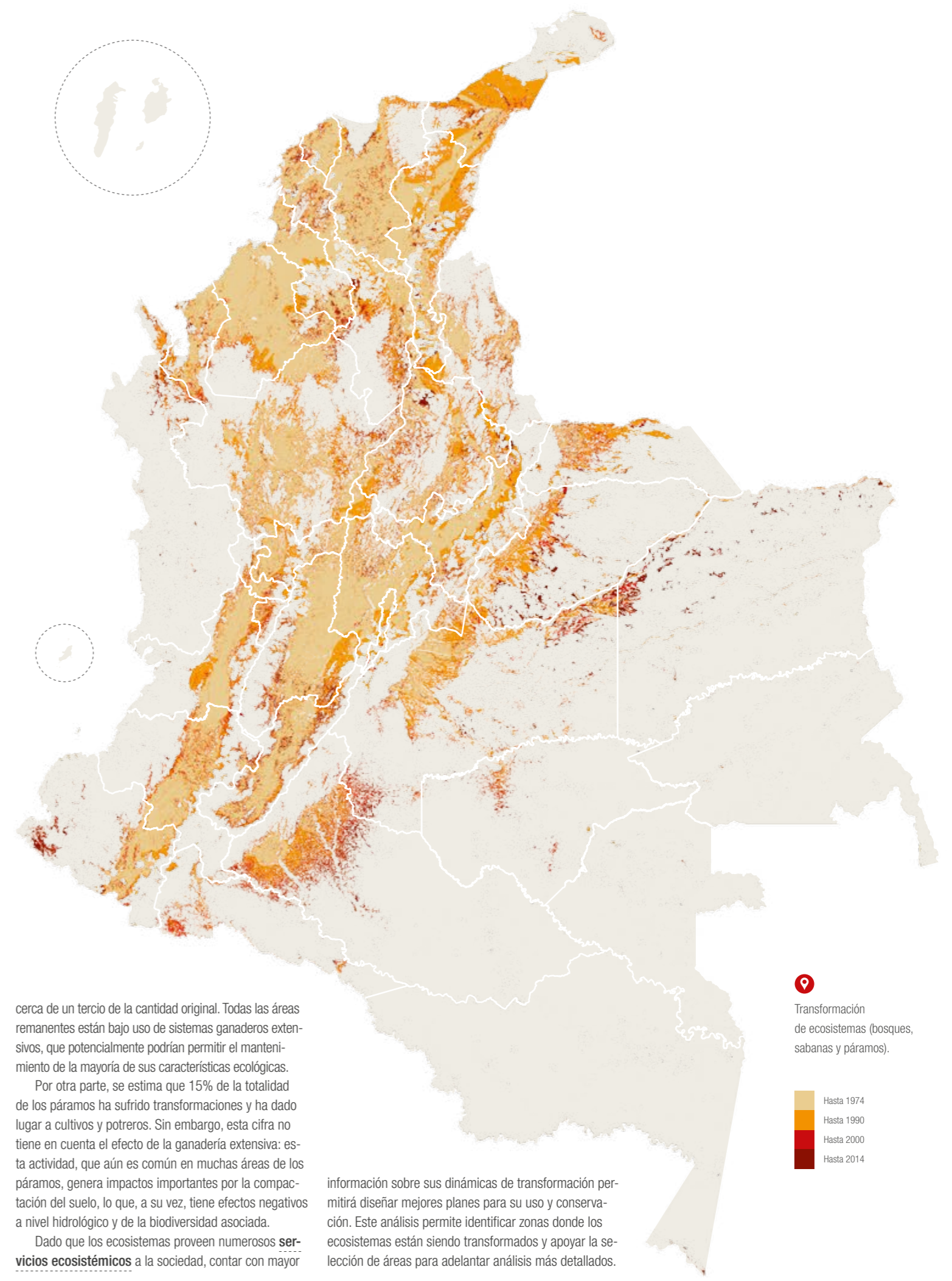
La transformación de los ecosistemas es un proceso acumulativo, que responde al asentamiento humano y al aprovechamiento de los recursos forestales, agrícolas y mineros. Así mismo, obedece al desarrollo de la infraestructura física de soporte¹, cuya dinámica implica que los ecosistemas originales son parcial o completamente reemplazados por paisajes antropogénicos.

La mayoría de los estudios sobre procesos de transformación ha sido de tipo regional o localizado y ha considerado períodos de tiempo diferentes²⁻⁶. Además, se ha concentrado en procesos de deforestación, ya que Colombia es un país esencialmente forestal y porque otros ambientes, como las sabanas y los páramos, suelen ser subvalorados en términos de su biodiversidad y de su capacidad de almacenamiento de carbono.

El conocimiento sobre la transformación de los ecosistemas constituye un insumo importante para evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la biodiversidad, los suelos y el recurso hídrico, y es una herramienta clave para planificar el desarrollo futuro del país. El análisis multitemporal de orden nacional realizado por la Universidad Javeriana, que abarca los

últimos 45 años (1970-2014) y que, por primera vez, diferencia el avance de la transformación en los ecosistemas forestales, en las sabanas y en los páramos, encontró que, para el año 2014, el porcentaje de pérdida de ecosistemas naturales es de 37,5% en bosques, 24,9% en sabanas y 15,9% en páramos.

Desde 1970 los ecosistemas forestales disminuyeron en más de 17 millones de ha, especialmente en los Andes, la Amazonia y el Magdalena Medio, en buena medida porque, históricamente, la población se ha asentado en regiones forestales. En contraste, a pesar de estar utilizados para ganadería extensiva, los ecosistemas de sabana presentaron bajos niveles de reemplazo por ecosistemas antrópicos hasta esa fecha. Sin embargo, los últimos 20 años han visto un aumento acelerado en la tasa de transformación de estos ecosistemas, especialmente en la Orinoquia⁸, tanto así que actualmente más del 15% de las sabanas ha sido reemplazado por pastos introducidos y cultivos. Por otra parte, en el Caribe y el Magdalena se estima que cerca de la mitad de las sabanas ha desaparecido por conversión a áreas de cultivos, mientras que en los enclaves andinos de la cordillera Oriental solo subsiste



cerca de un tercio de la cantidad original. Todas las áreas remanentes están bajo uso de sistemas ganaderos extensivos, que potencialmente podrían permitir el mantenimiento de la mayoría de sus características ecológicas.

Por otra parte, se estima que 15% de la totalidad de los páramos ha sufrido transformaciones y ha dado lugar a cultivos y potreros. Sin embargo, esta cifra no tiene en cuenta el efecto de la ganadería extensiva: esta actividad, que aún es común en muchas áreas de los páramos, genera impactos importantes por la compactación del suelo, lo que, a su vez, tiene efectos negativos a nivel hidrológico y de la biodiversidad asociada.

Dado que los ecosistemas proveen numerosos **servicios ecosistémicos** a la sociedad, contar con mayor

información sobre sus dinámicas de transformación permitirá diseñar mejores planes para su uso y conservación. Este análisis permite identificar zonas donde los ecosistemas están siendo transformados y apoyar la selección de áreas para adelantar análisis más detallados.

**RESPUESTAS
DE LA SOCIEDAD
A LA PÉRDIDA
DE BIODIVERSIDAD**

301

Estrategia Nacional de Polinizadores

Una apuesta de país

Alejandro Parra^a, Rodrigo Moreno^a y Ricardo Claro^b

LA ESTRATEGIA PROPONE METAS ESPECÍFICAS PARA CONSOLIDAR INFORMACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE POLINIZADORES Y SU RELACIÓN CON EL ENTORNO, CON EL FIN DE GARANTIZAR LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A LOS QUE DAN LUGAR LOS POLINIZADORES.

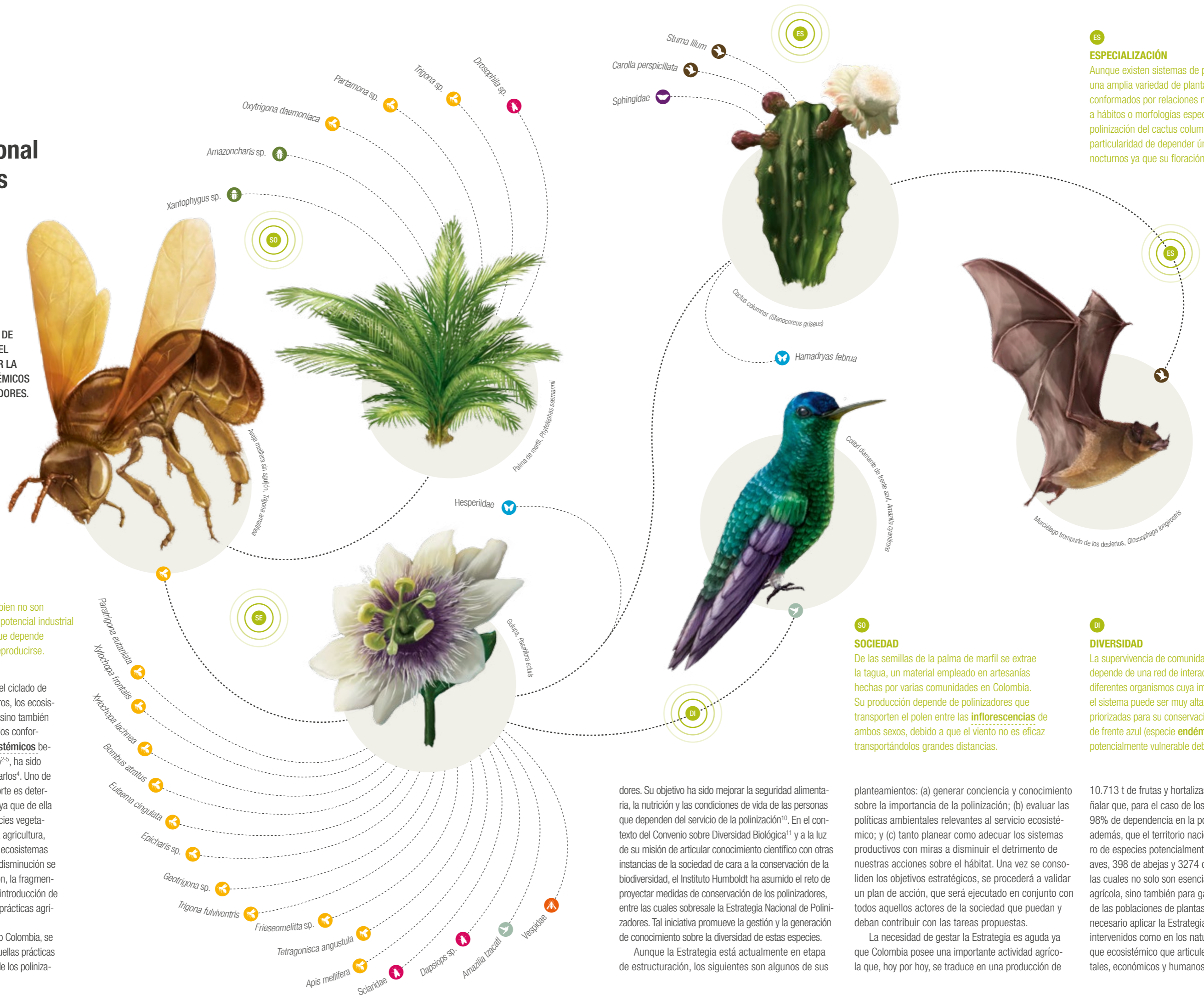
II
Ejemplo de una red de interacción entre diferentes tipos de polinizadores.

-  Abejas
-  Moscas
-  Avispas
-  Polillas
-  Colibríes
-  Murciélagos
-  Escarabajos
-  Mariposas

SE
SERVICIO
Existe un sinnúmero de especies que, si bien no son comercializadas masivamente, tienen un potencial industrial promisorio; tal es el caso de la gulupa, que depende en gran medida de la polinización para reproducirse.

A la hora de llevar a cabo procesos como el ciclado de nutrientes y la recarga de sistemas acuíferos, los ecosistemas dependen no solo de su diversidad sino también de la interacción entre los elementos que los conforman¹⁻³. Puesto que estos **servicios ecosistémicos** benefician considerablemente al ser humano^{2,5}, ha sido de interés estudiarlos, catalogarlos y valorarlos⁴. Uno de estos servicios es la polinización, cuyo aporte es determinante para la producción de alimentos, ya que de ella depende la reproducción de algunas especies vegetales⁶⁻⁸. Sin embargo, la intensificación de la agricultura, entre otras actividades, ha deteriorado los ecosistemas donde subsisten los polinizadores⁹. Dicha disminución se debe a factores tales como la deforestación, la fragmentación del hábitat, la expansión urbana, la introducción de especies exóticas y la implementación de prácticas agrícolas agresivas con el medio ambiente.

En varios lugares del mundo, incluyendo Colombia, se han generado iniciativas para identificar aquellas prácticas y capacidades necesarias para el cuidado de los poliniza-



ES
ESPECIALIZACIÓN
Aunque existen sistemas de polinización que incluyen una amplia variedad de plantas y animales, otros son conformados por relaciones muy específicas debido a hábitos o morfologías especializadas. El sistema de polinización del cactus columnar, por ejemplo, presenta la particularidad de depender únicamente de polinizadores nocturnos ya que su floración ocurre durante la noche.

SO
SOCIEDAD
De las semillas de la palma de marfil se extrae la tagua, un material empleado en artesanías hechas por varias comunidades en Colombia. Su producción depende de polinizadores que transporten el polen entre las **inflorescencias** de ambos sexos, debido a que el viento no es eficaz transportándolos grandes distancias.

DI
DIVERSIDAD
La supervivencia de comunidades de plantas en los bosques depende de una red de interacción en las que participan diferentes organismos cuya importancia para sostener el sistema puede ser muy alta y, por lo tanto, deben ser prioritizadas para su conservación. El colibrí diamante de frente azul (especie **endémica** para Colombia) es potencialmente vulnerable debido a su reducida distribución.

dores. Su objetivo ha sido mejorar la seguridad alimentaria, la nutrición y las condiciones de vida de las personas que dependen del servicio de la polinización¹⁰. En el contexto del Convenio sobre Diversidad Biológica¹¹ y a la luz de su misión de articular conocimiento científico con otras instancias de la sociedad de cara a la conservación de la biodiversidad, el Instituto Humboldt ha asumido el reto de proyectar medidas de conservación de los polinizadores, entre las cuales sobresale la Estrategia Nacional de Polinizadores. Tal iniciativa promueve la gestión y la generación de conocimiento sobre la diversidad de estas especies.

Aunque la Estrategia está actualmente en etapa de estructuración, los siguientes son algunos de sus

planteamientos: (a) generar conciencia y conocimiento sobre la importancia de la polinización; (b) evaluar las políticas ambientales relevantes al servicio ecosistémico; y (c) tanto planear como adecuar los sistemas productivos con miras a disminuir el detrimento de nuestras acciones sobre el hábitat. Una vez se consoliden los objetivos estratégicos, se procederá a validar un plan de acción, que será ejecutado en conjunto con todos aquellos actores de la sociedad que puedan y deban contribuir con las tareas propuestas.

La necesidad de gestar la Estrategia es aguda ya que Colombia posee una importante actividad agrícola que, hoy por hoy, se traduce en una producción de

10.713 t de frutas y hortalizas para el 2015¹² (cabe señalar que, para el caso de los frutales, existe hasta un 98% de dependencia en la polinización¹²). Se estima, además, que el territorio nacional alberga un alto número de especies potencialmente polinizadoras: 1889 de aves, 398 de abejas y 3274 de mariposas¹³, entre otras, las cuales no solo son esenciales para la producción agrícola, sino también para garantizar la supervivencia de las poblaciones de plantas silvestres. Por lo tanto, es necesario aplicar la Estrategia, tanto en los ecosistemas intervenidos como en los naturales, a la luz de un enfoque ecosistémico que articule los componentes ambientales, económicos y humanos.

La biodiversidad en la toma de decisiones

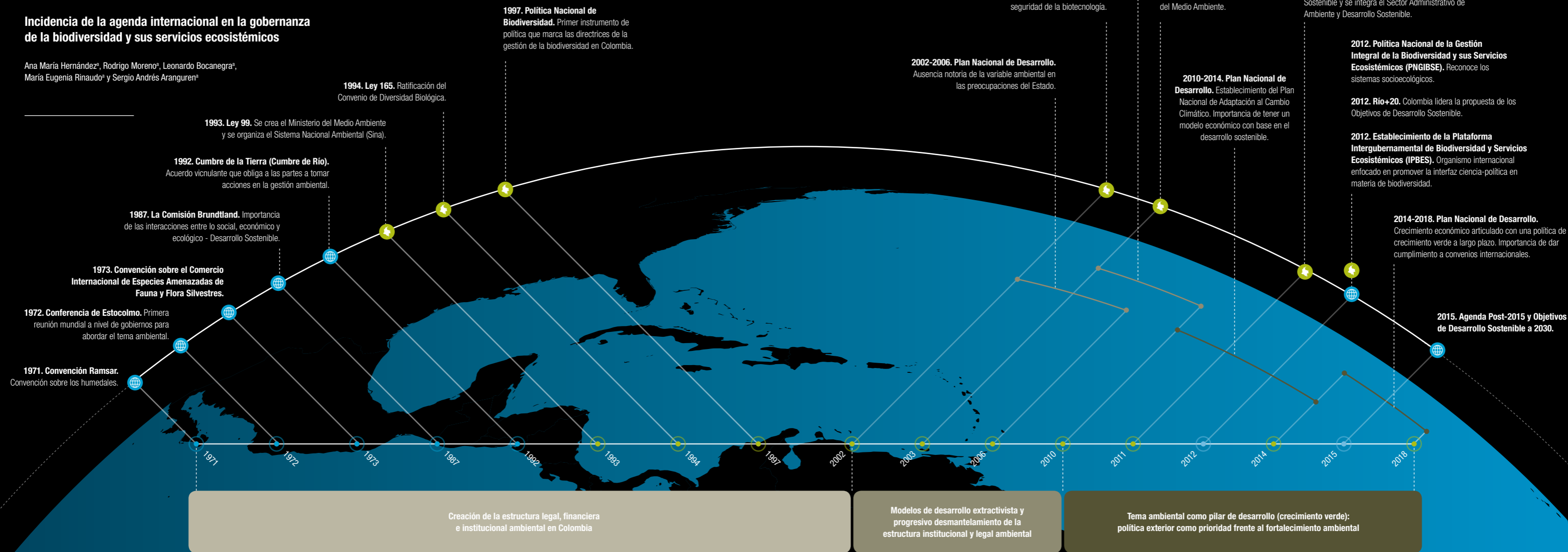
Incidencia de la agenda internacional en la gobernanza de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Ana María Hernández*, Rodrigo Moreno*, Leonardo Bocanegra*, María Eugenia Rinaudo* y Sergio Andrés Aranguren*

Algunos hitos ambientales a nivel nacional e internacional en las últimas décadas.

Globales 
Nacionales 

La conservación sin desarrollo resulta socialmente inaceptable, mientras que el desarrollo sin conservación es insostenible en el tiempo.



LAS OBLIGACIONES INTERNACIONALES EN EL ÁMBITO DE LA BIODIVERSIDAD REQUIEREN UNA EFECTIVA VINCULACIÓN DENTRO DE LAS APUESTAS NACIONALES DE DESARROLLO. SE ESPERA QUE EL GOBIERNO CONCILIE LOS OBJETIVOS DE UN MODELO SOSTENIBLE DE PAÍS CON LAS POLÍTICAS SECTORIALES Y ASIMILE LA NOCIÓN DE BIODIVERSIDAD COMO SOPORTE DEL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO.

La gestión del patrimonio natural de un país suele presentar grandes retos. En Colombia, las tendencias internacionales han impulsado la institucionalidad ambiental,

al punto que en el marco de la Cumbre de Río de 1992 el país fortaleció las estructuras legales, financieras e institucionales suficientemente sólidas como para mejorar la gestión y el manejo de sus recursos naturales¹.

En los años 90 el país vivió un impulso ambientalista que influyó en todos los sectores de la sociedad e incidió tanto en la redacción de la Constitución Política de 1991 como en el establecimiento de un novedoso mecanismo de gestión denominado Sistema Nacional Ambiental (Sina). No obstante, el ímpetu cesó en las décadas siguientes debido, entre otros factores, al establecimiento de planes de desarrollo que no articularon las necesidades de conservación con las de cre-

cimiento económico. En consecuencia, la mitigación de impactos y el mejoramiento de la calidad ambiental quedaron relegados, de nuevo, a un papel menor en las políticas públicas².

En contraste, el posicionamiento internacional de Colombia en temas ambientales durante el nuevo milenio ofreció alternativas para abordar el problema de la debilidad institucional. La participación del país en la Cumbre de Río; la Comisión de Desarrollo Sostenible; Río+20; y los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (Amuma), entre ellos el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y sus protocolos, la Convención Marco sobre Cambio Climático, la Convención sobre

el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Convención Ramsar, le permitió incorporar prioridades nacionales en la agenda internacional y hacer al Estado responsable de incluirlas en sus políticas, planes y programas. A su vez, se dio un acceso más frecuente a la cooperación internacional como mecanismo de financiación para cumplir las obligaciones adquiridas.

Gracias, en buena medida, a la agenda y cooperación internacional, en el 2012 el Gobierno expidió la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), en consonancia con las Metas Aichi del CDB, y

actualmente se encuentra en la formulación, adopción y desarrollo de su Plan de Acción Nacional. Adicionalmente, siguiendo los compromisos mundiales alrededor del **cambio climático** se han establecido arreglos institucionales y financieros nacionales como un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), para hacerle frente³ a este fenómeno que está reconocido como uno de los motores de pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Así mismo, debido en parte a las nuevas exigencias internacionales y a que los requisitos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)⁴ para aceptar a Colombia entre sus

miembros así lo exigían, en 2010 el país reconoció, nuevamente, la necesidad de establecer un modelo económico basado en el desarrollo sostenible. Como resultado, los dos últimos planes nacionales de desarrollo han sido coherentes con esta postura⁵.

El reto para el Gobierno colombiano es fortalecer procesos para generar una mayor coherencia institucional entre sus políticas económicas y ambientales, con miras a darle un manejo sostenible a la biodiversidad en pro del bienestar humano⁶. Esto, en el marco del posconflicto, plantea nuevos desafíos en la gestión integral de la biodiversidad que debe afrontar transformaciones profundas en el territorio y sus dinámicas socioecológicas⁷.

303

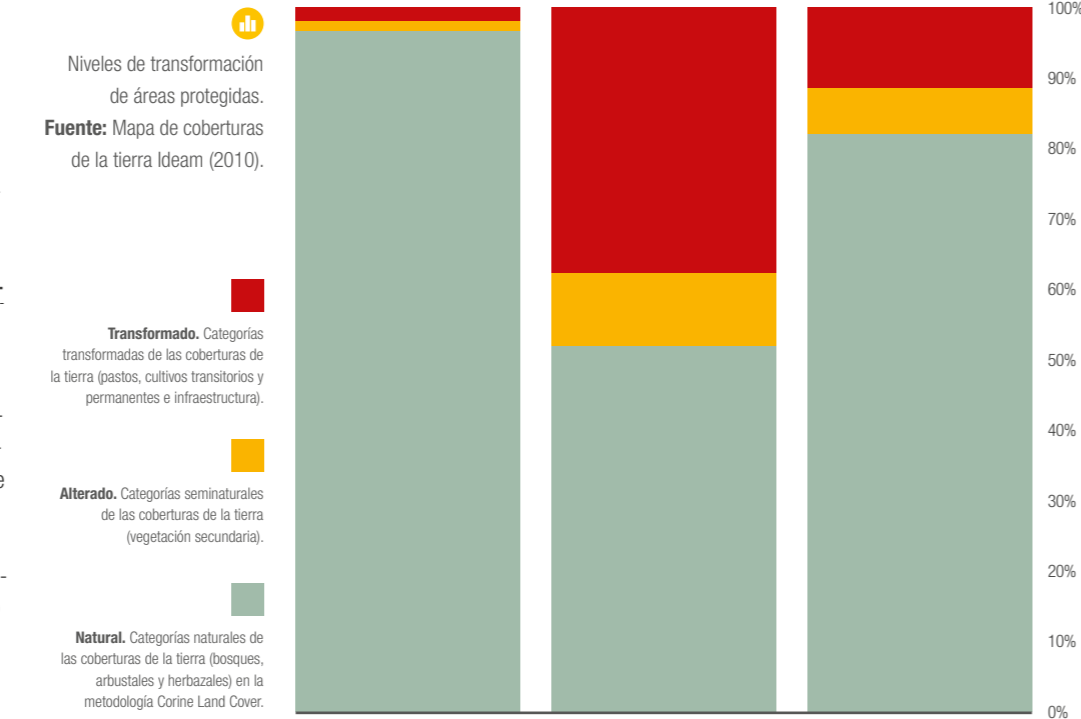
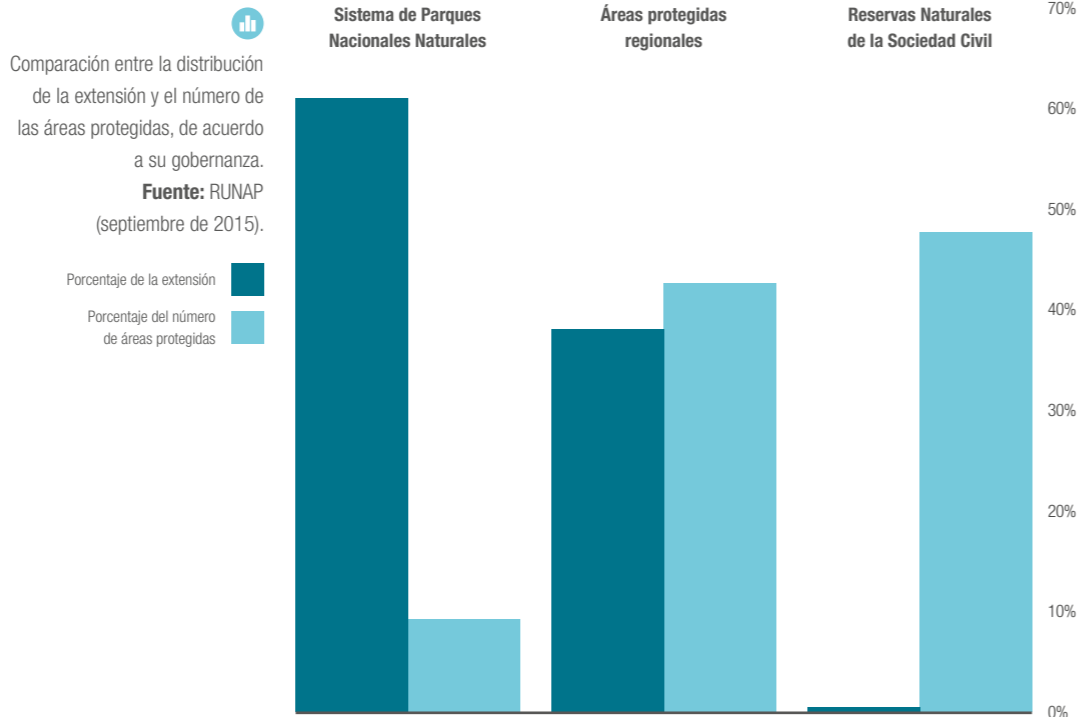
Áreas protegidas: tendencias, redes y gobernanza

Alexandra Areiza^a, Germán Corzo^b y Clara L. Matallana^a

COLOMBIA ESTÁ CERCA DE CUMPLIR CON SUS COMPROMISOS INTERNACIONALES ALREDEDOR DE LA GESTIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS CON UN SISTEMA EN CRECIMIENTO, QUE DEBE SER FORTALECIDO PARA AFRONTAR OPORTUNAMENTE LOS RETOS DE ORDEN ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS.

Colombia se ha esforzado por implementar áreas protegidas (AP) como una de las principales estrategias para la conservación de la biodiversidad. Las AP se articulan en los **Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (Sirap)**, que, a su vez, integran el **Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap)**. Este último incluye una variedad, aunque insuficiente, lista de categorías, actores sociales e institucionales, sistemas de gobernanza y objetivos de conservación. Actualmente, el país está próximo a cumplir la Meta Aichi 11¹ fijada por el Convenio de Diversidad Biológica, protegiendo el 13,71% del territorio continental y el 8,4% del área marina e insular¹. Sin embargo, es evidente que el actual sistema resulta insuficiente, puesto que tanto el país como el mundo entero siguen perdiendo biodiversidad.

Según el **Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP)**, el Sinap está compuesto por 640 áreas —fecha de corte: agosto de 2015—. Aquellas que corresponden al Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) son las de mayor extensión, mientras que las que corresponden a Reservas Naturales de la Sociedad Civil son más numerosas. Históricamente, si bien Colombia ha incrementado el número y la extensión de AP, es importante analizar si las declaraciones de las mismas han conllevado a aumentos correspondientes de la representatividad ecosistémica y se han realizado en las áreas más estratégicas, conforme con lo dispuesto en el documento del CONPES 3680. Una somera evaluación histórica muestra que estas recomendaciones solo han sido recientemente consideradas para el caso del SPNN y son parcialmente ciertas para las AP regionales debido a que este CONPES no incluyó las prioridades definidas por las regiones, de modo que sus declaratorias responden a diversos intereses. Con respecto a las Reservas de la Sociedad Civil, este aspecto ha sido poco consi-



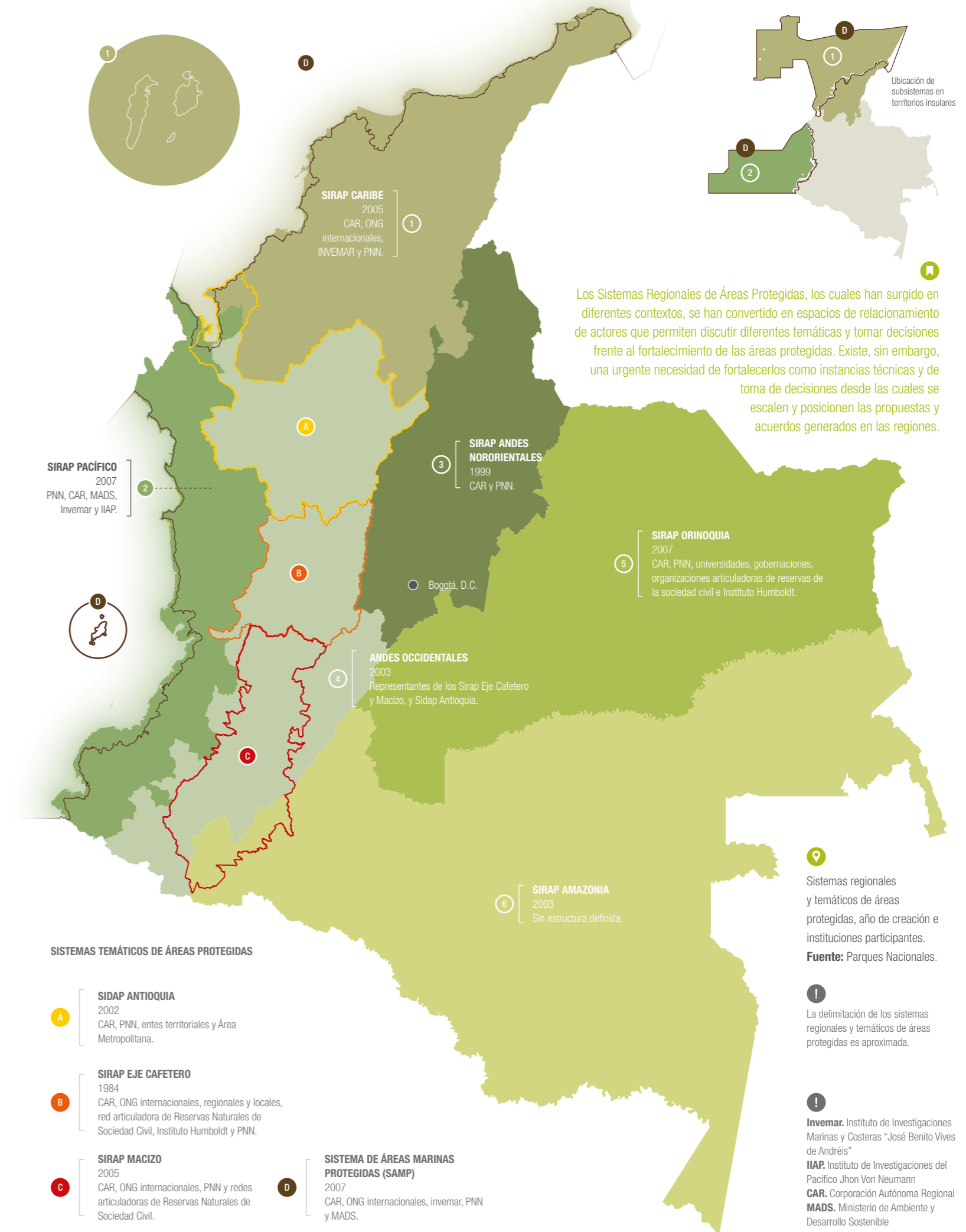
derado, teniendo en cuenta que aportan sobre todo a la valoración social de la biodiversidad.

La declaratoria en sitios estratégicos debe estar acompañada por el fortalecimiento de otros elementos de los sistemas tales como la conectividad, la integración sectorial y el manejo, la gestión y la implementación de diferentes formas de gobernanza. Así mismo, debe ir de la mano de nuevas y más innovadoras formas de conservación, encaminadas a cumplir todos los elementos considerados por la Meta Aichi 11. Las AP siguen siendo reconocidas como una estrategia clave a nivel mundial para conservar la biodiversidad. Sin embargo, cabe preguntarse hasta dónde es posible y conveniente aumentar el número de estas áreas en Colombia. Por ejemplo, a pesar de sus considerables niveles de transformación, las AP regionales

tienen gran potencial en regiones con ecosistemas mal representados tales como el del bosque seco; en contraste, las AP nacionales tienen un campo de acción más restringido debido a la falta de flexibilidad normativa que dificulta conciliar con los intereses de otros sectores.

En suma, la compleja tarea de conservar la biodiversidad, sobre todo de cara a un escenario de **cambio climático** y de posconflicto, exige un compromiso permanente y articulado de parte del Gobierno, la Academia y la sociedad civil. En tal sentido, es hora de reevaluar los paradigmas propios de las figuras de conservación y de las formas de gobernanza, de impulsar estrategias innovadoras y de dejar atrás marcos normativos estrechos e inflexibles. En un mundo cambiante, las estrategias de conservación también deben adaptarse.

Los Sistemas Regionales de Áreas Protegidas, los cuales han surgido en diferentes contextos, se han convertido en espacios de relacionamiento de actores que permiten discutir diferentes temáticas y tomar decisiones frente al fortalecimiento de las áreas protegidas. Existe, sin embargo, una urgente necesidad de fortalecerlos como instancias técnicas y de toma de decisiones desde las cuales se escalen y posicionen las propuestas y acuerdos generados en las regiones.

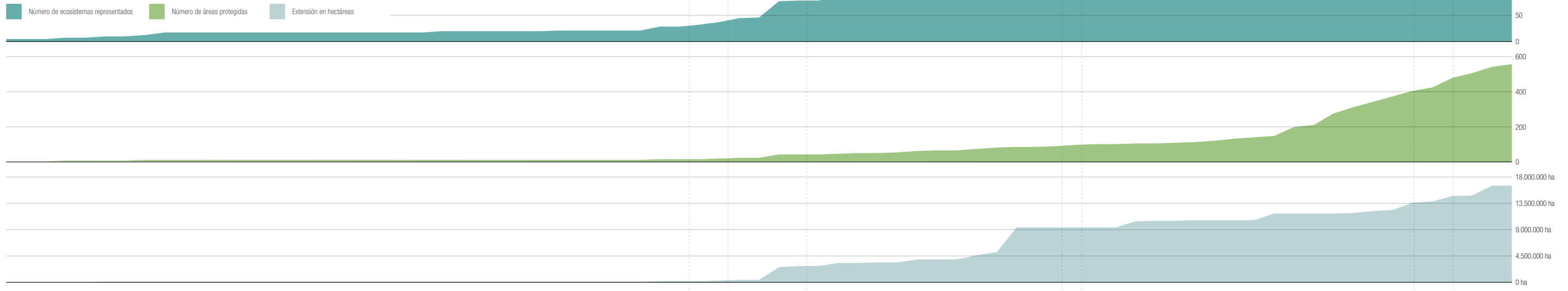


Sistemas regionales y temáticos de áreas protegidas, año de creación e instituciones participantes. **Fuente:** Parques Nacionales.

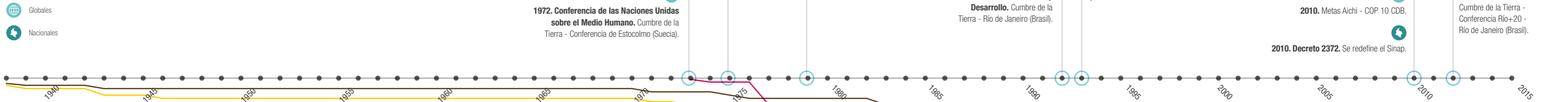
La delimitación de los sistemas regionales y temáticos de áreas protegidas es aproximada.

Inveimar. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés"
IIAP. Instituto de Investigaciones del Pacífico Jhon Von Neumann
CAR. Corporación Autónoma Regional
MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

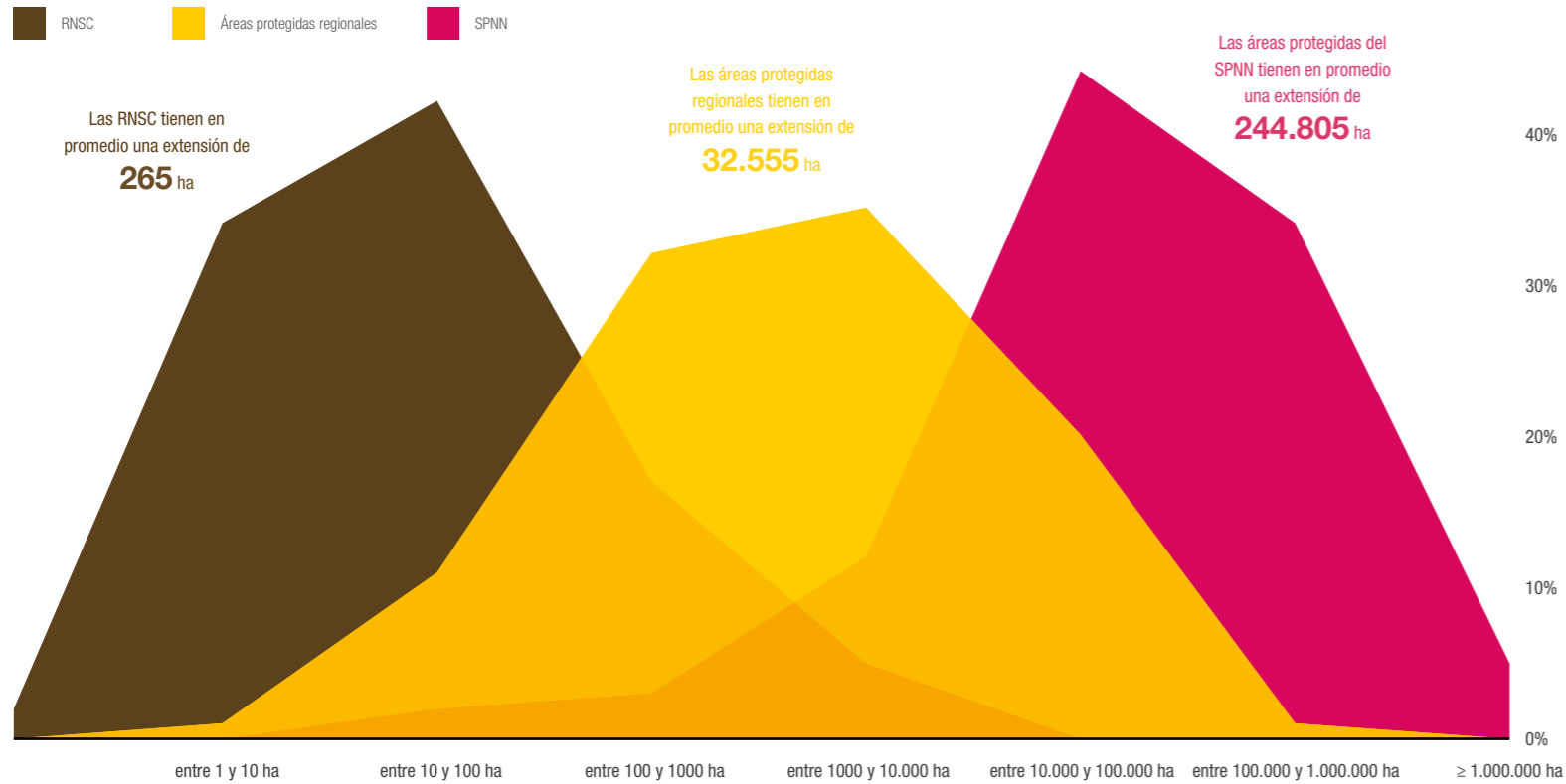
Crecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (extensión en hectáreas).
Fuente: RUNAP (septiembre de 2015).



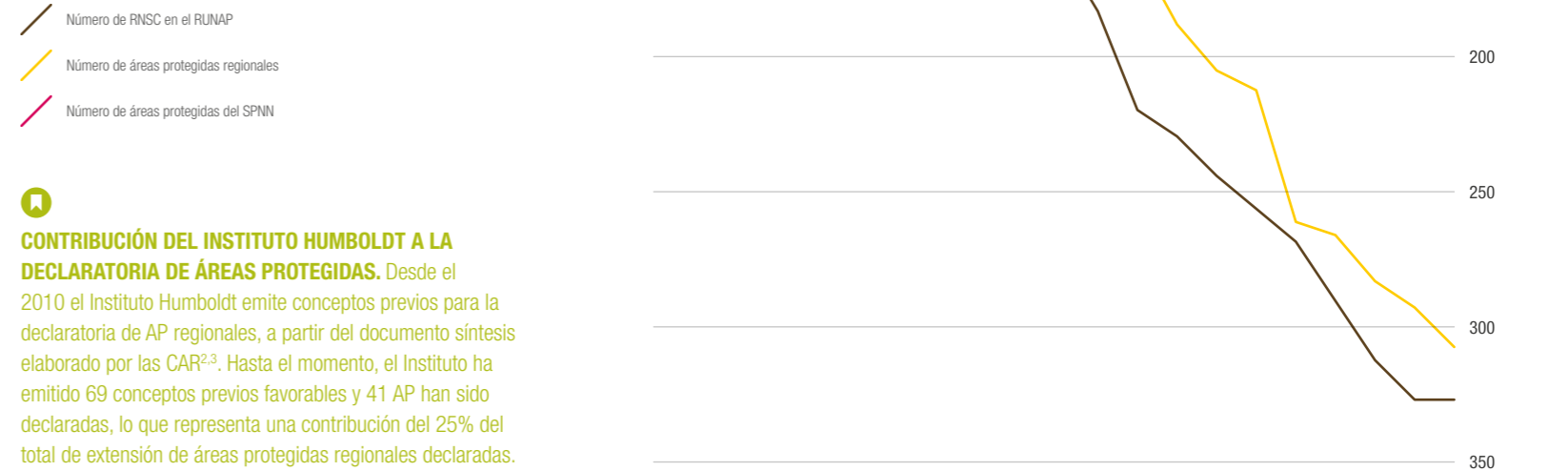
Algunos hitos globales y nacionales relacionados con áreas protegidas.



Porcentajes de áreas protegidas, de acuerdo a sus rangos de tamaño, distribución y promedio.
Fuente: RUNAP (septiembre de 2015).



Crecimiento acumulado de los subsistemas de áreas protegidas (nacional, regional y de la sociedad civil).
Fuente: RUNAP (septiembre de 2015).

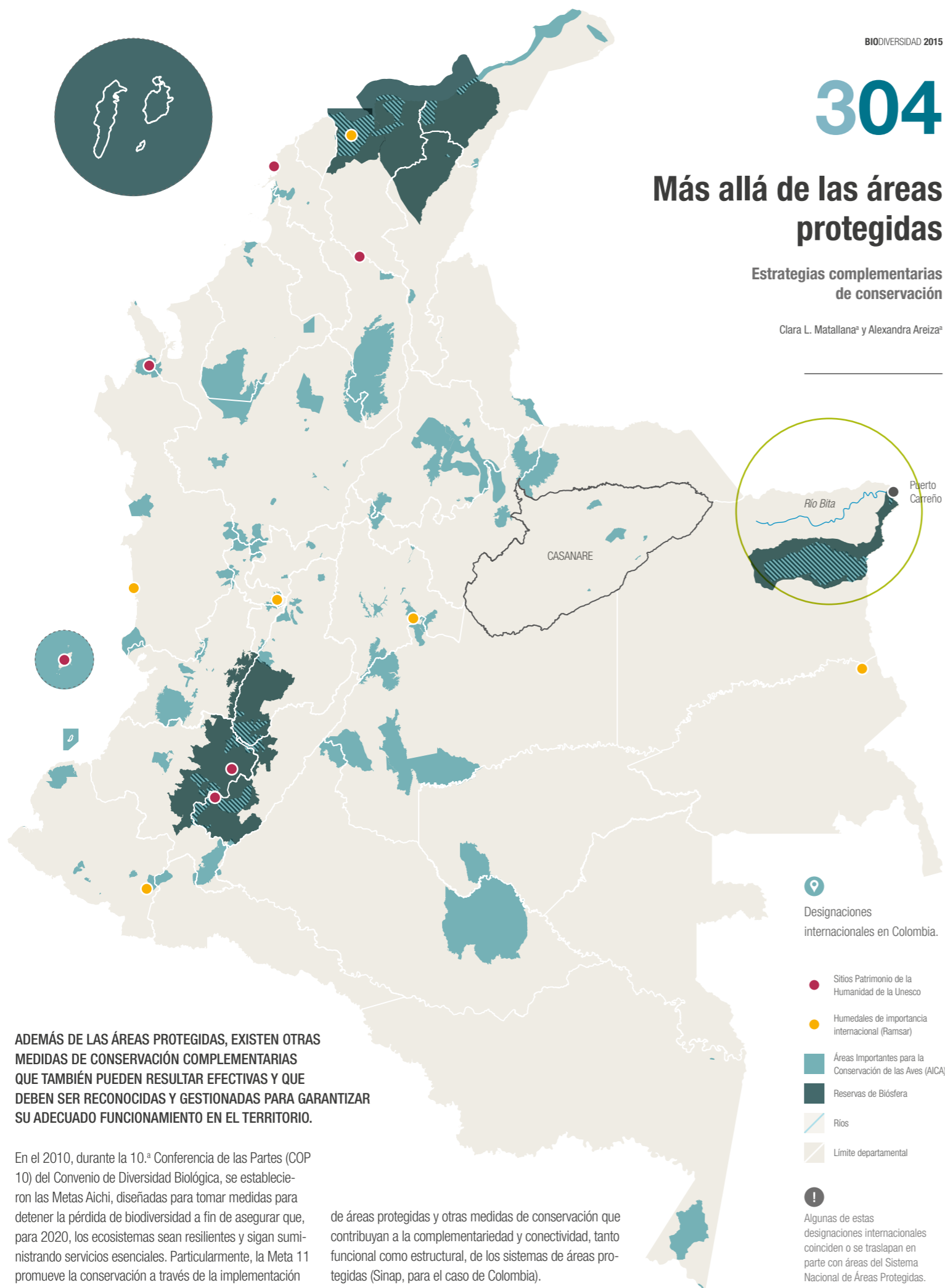


304

Más allá de las áreas protegidas

Estrategias complementarias de conservación

Clara L. Mataliana^a y Alexandra Areiza^a



ADemás de las áreas protegidas, existen otras medidas de conservación complementarias que también pueden resultar efectivas y que deben ser reconocidas y gestionadas para garantizar su adecuado funcionamiento en el territorio.

En el 2010, durante la 10.^a Conferencia de las Partes (COP 10) del Convenio de Diversidad Biológica, se establecieron las Metas Aichi, diseñadas para tomar medidas para detener la pérdida de biodiversidad a fin de asegurar que, para 2020, los ecosistemas sean resilientes y sigan suministrando servicios esenciales. Particularmente, la Meta 11 promueve la conservación a través de la implementación

de áreas protegidas y otras medidas de conservación que contribuyan a la complementariedad y conectividad, tanto funcional como estructural, de los sistemas de áreas protegidas (Sinap, para el caso de Colombia).

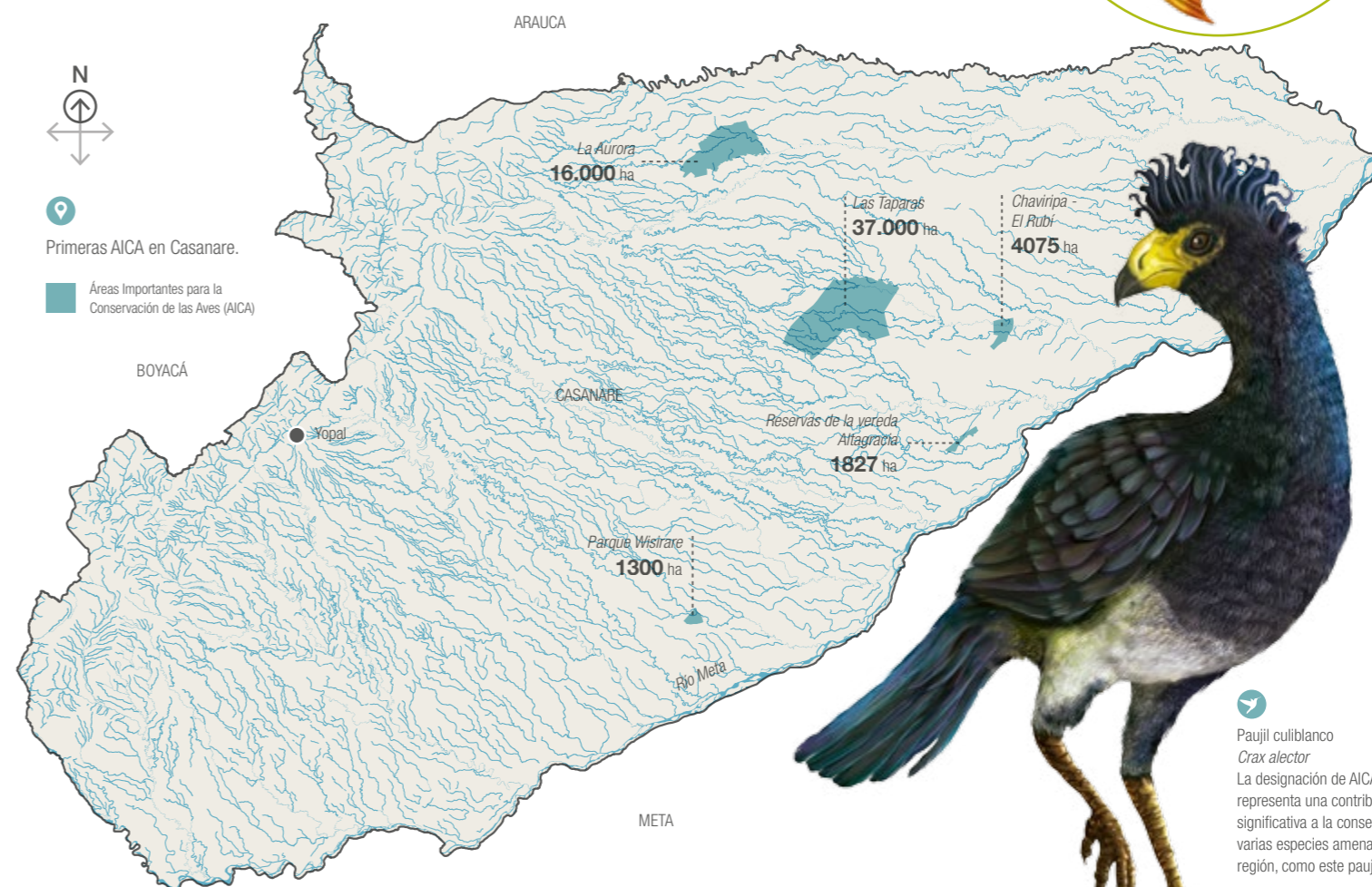
EL RÍO BITÁ COMO EJEMPLO DE INNOVACIÓN EN ECC. El Instituto Humboldt desarrolla actualmente estrategias innovadoras de conservación en el marco de acuerdos voluntarios tanto de instancias formales como no formales, impulsadas por la sociedad civil o por el sector privado. La figura de "río protegido" busca mantener la integridad ecológica y social de un sistema de agua dulce, a través del impulso y acompañamiento de acciones de innovación social, gestión del conocimiento y fortalecimiento de la gobernanza⁴.

Más información sobre el Proyecto Río Protegido www.humboldt.org.co



Pavón cinchado *Cichla temensis*

Se encuentra en toda la cuenca del Orinoco siendo abundante en el río Bitá. Adicionalmente, es el pez insignia de Puerto Carreño (Vichada).



Paujil culiblanco *Crax alector*

La designación de AICA en Casanare representa una contribución significativa a la conservación de varias especies amenazadas de la región, como este paujil.



Diversos actores en el país han avanzado en esta ruta y se han propuesto y designado una serie de **estrategias complementarias de conservación (ECC)**, definiéndolas como "áreas geográficas —efectiva y equitativamente administradas, ecológicamente representativas, bien conectadas e integradas en un paisaje— donde confluyen diferentes intereses, esquemas de administración y manejo"¹. Tal caracterización cubre una amplia variedad de figuras, entre las que aparecen desde áreas protegidas municipales hasta áreas de protección comunitaria y que comparten la particularidad de no figurar en el Sinap. Sin embargo, como no todo lo que está fuera de este Sistema constituye una ECC, se presenta un importante reto a nivel de país¹.

Dentro de las ECC sobresalen designaciones internacionales tales como Humedales de importancia internacional (Ramsar), Reservas de Biósfera, Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) y Patrimonio de la Humanidad. Colombia posee seis sitios Ramsar y hace parte

de dicha Convención. Adicionalmente, el país, dotado con cinco reservas, hace parte de la Red Mundial de Reservas de Biósfera, cuenta con ocho sitios inscritos en la lista de Patrimonio Mundial de la Unesco y reconoce 124 AICA. Dentro de la lista tentativa de sitios de Patrimonio Mundial figura el primer proceso de declaración de patrimonio mixto natural y cultural para Colombia, en el Alto Ricaurte, Boyacá. A pesar de no contar en todos los casos con restricciones de uso, estas áreas constituyen oportunidades para articular esfuerzos y realizar una mejor gestión de la biodiversidad. Por lo tanto, deben ser priorizadas y atendidas según su importancia y reconocimiento internacional.

Las ECC evidencian que la conservación no debe estar confinada a las áreas protegidas² y que otras medidas pueden ser, así mismo, efectivas³. En tal medida, el país debe continuar conceptualizando, generando desarrollos normativos y posicionando las ECC como espacios que contribuyen a la conservación de la biodiversidad, con base en otras formas de gobernanza.

DESIGNACIÓN DE LAS PRIMERAS AICA EN CASANARE.

En junio de 2015 se realizó la designación de cinco AICA en Casanare, que suman 60.264 ha. Estas áreas contienen poblaciones de aves amenazadas como el ganso del Orinoco, el correlimos canelo, el paujil culicastaño, el paujil culiblanco, el loro real, entre otros. La información necesaria para la designación de dichas áreas se obtuvo gracias al trabajo de la Asociación Calidris y la Fundación Cunaguaro Biodiversidad y Cultura, con el apoyo de BirdLife International y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. Las AICA se encuentran en predios privados cuyos propietarios mantienen sistemas ganaderos tradicionales compatibles con la conservación de los ecosistemas y especies de la zona. En estas zonas se registra el 42% de las especies de avifauna del país y reciben 35 especies migratorias cada año. Las principales amenazas en la región son la conversión de los ecosistemas a sistemas agrícolas y de ganadería no tradicional, y el aumento de presiones por minería y explotación de hidrocarburos.



305

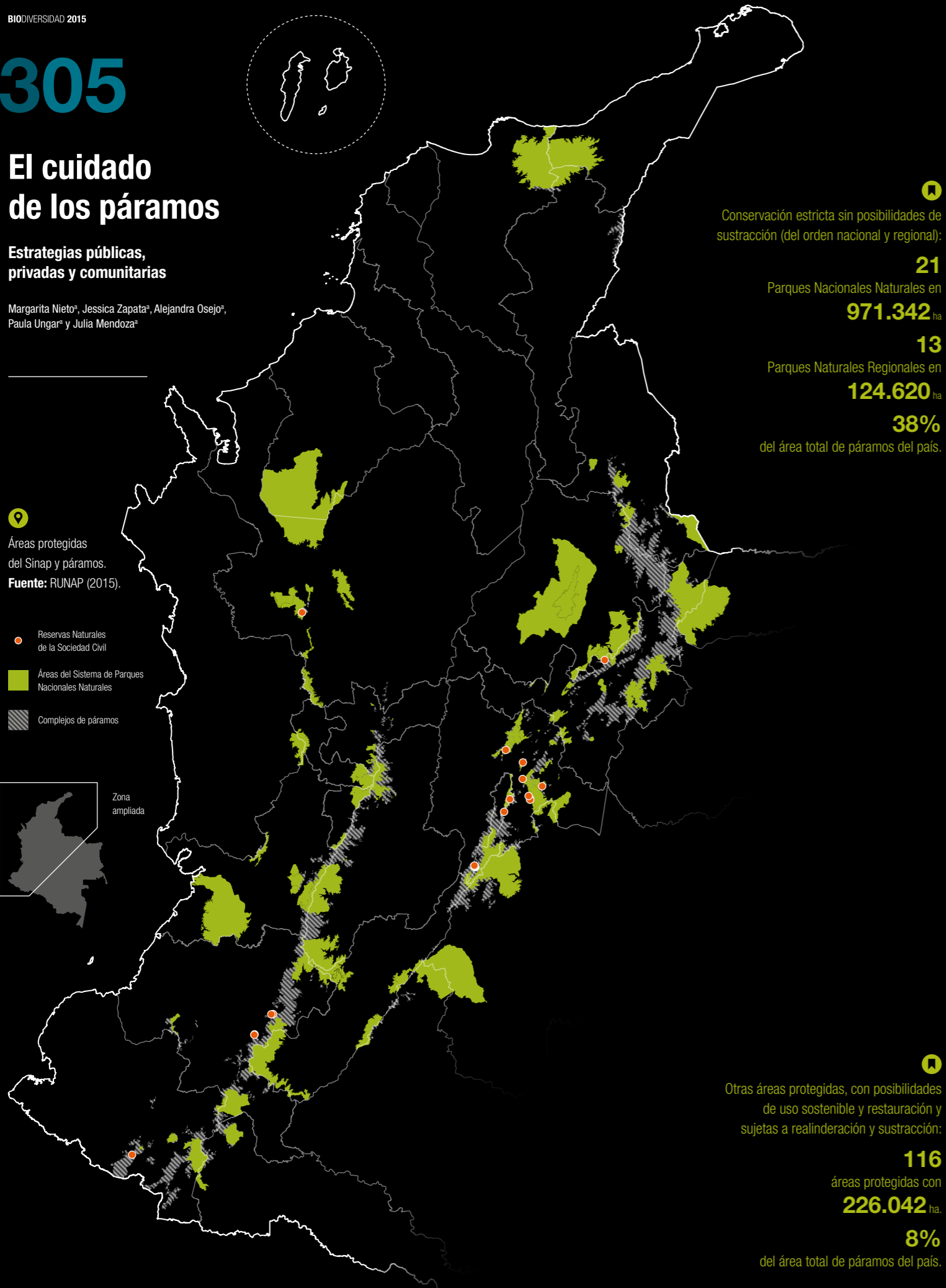
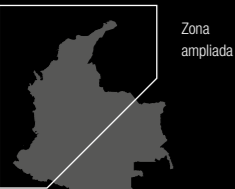
El cuidado de los páramos

Estrategias públicas, privadas y comunitarias

Margarita Nieto*, Jessica Zapata*, Alejandra Osejo*, Paula Ungar* y Julia Mendoza*

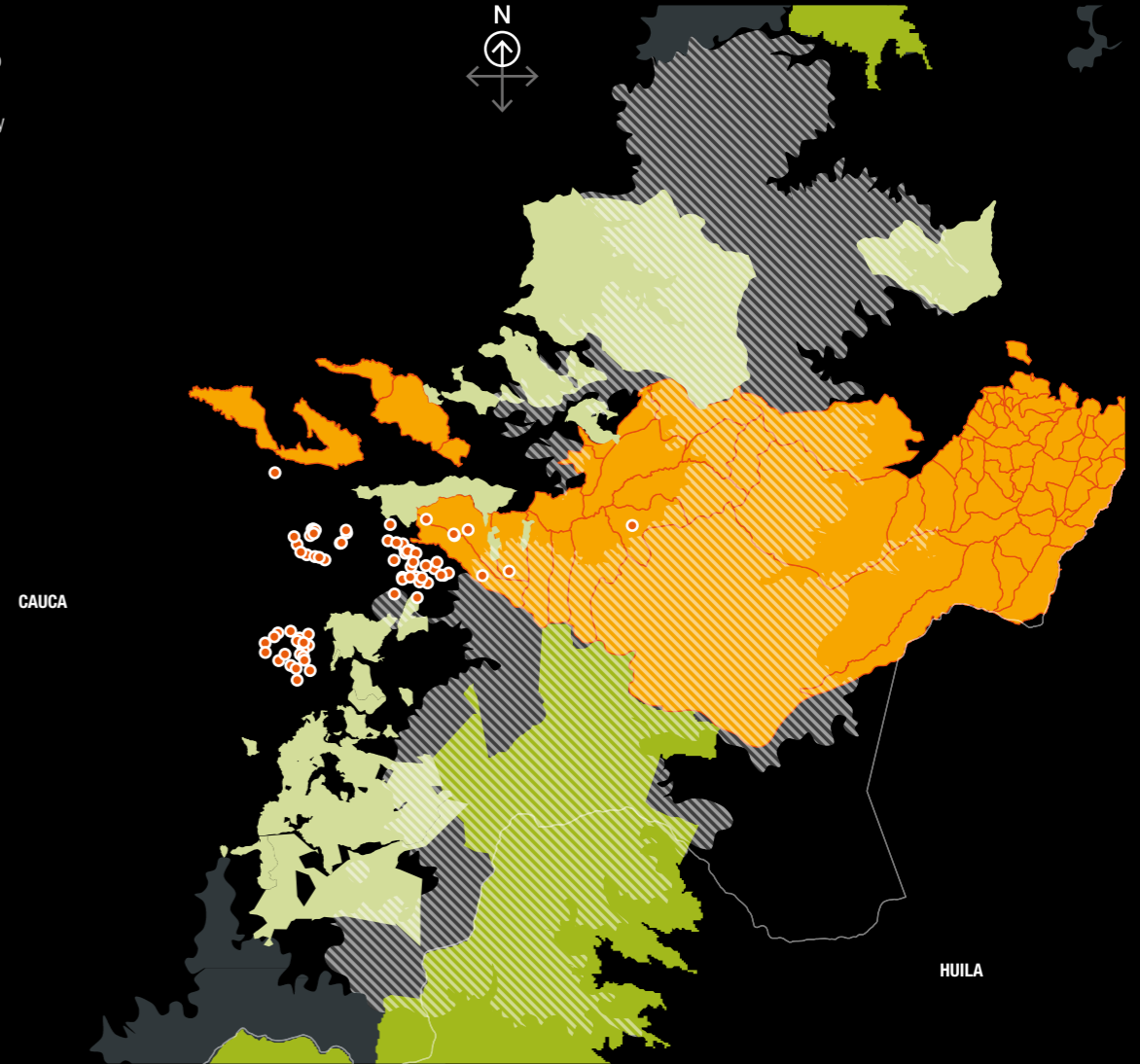
Áreas protegidas del Sinap y páramos.
Fuente: RUNAP (2015).

- Reservas Naturales de la Sociedad Civil
- Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales
- Complejos de páramos



Figuras de gestión del territorio en el complejo de páramos Guanacas-Puracé-Coconucos.
Fuente: Incoder (2015), ACIT-Incoder (2013) y RUNAP (2015).

- Resguardos indígenas
- Zonas de Reserva Campesina de hecho
- Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales
- Reservas Naturales de la Sociedad Civil
- Complejo de páramos Guanacas-Puracé-Coconucos
- Otros complejos de páramos
- Límite departamental



EXISTEN NUMEROSAS ESTRATEGIAS PARA CUIDAR LOS PÁRAMOS. SI BIEN NO TODAS TIENEN RECONOCIMIENTO POR PARTE DEL ESTADO, SON FUNDAMENTALES PARA GARANTIZAR EL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

Las 2.906.135 ha de páramo del país (según la cartografía a escala 1:100.000¹) han sido objeto de protección del Gobierno y de la sociedad bajo diversas figuras legales y acuerdos sociales. Además de las categorías de conservación asociadas con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), existen otros instrumentos que aportan a la conservación: las denominadas **estrategias complementarias de conservación** y otras que, aunque no fueron concebidas para la conservación sino para el ordenamiento colectivo, aportan al cuidado del territorio. Entre estas últimas sobresalen algunas figuras de gestión comunitaria reconocidas por el Estado: los Resguardos Indígenas, los Territorios de Comunidades Negras y las Zonas de Reserva Campesina.

Las 151 áreas protegidas del Sinap ubicadas en los páramos, promovidas por el Estado y por particulares, abarcan un total de 1.297.492 ha, equivalentes al 45%

del área total de estos ecosistemas. Incluyen categorías de conservación estricta, con prohibiciones de uso claras y sin posibilidad de sustracción (38% del área de páramo) y otras que permiten el uso sostenible, la sustracción o la realindereación (8%).

Las estrategias complementarias, por su parte, incluyen, por ejemplo, el 40% del área de los páramos que se encuentra en Zonas de Reserva Forestal de la Ley 2.^a. Otras figuras complementarias de reconocimiento internacional en los páramos son las Reservas de Biosfera, los sitios de humedales Ramsar y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Sin embargo, no existe conocimiento consolidado a nivel nacional que dé cuenta de todas las estrategias complementarias en páramos, como reservas de la sociedad civil no registradas o figuras de zonificación ambiental en municipios y territorios comunitarios. Es importante considerar todas estas como oportunidades para la gobernanza. Las figuras de gestión comunitaria (Resguardos Indígenas, Zonas de Reserva Campesina y Territorios de Comunidades Negras) son formas de ordenamiento del territorio con componentes ambientales explícitos. En los páramos hay presencia de 31 resguardos y 16 diferentes etnias, y 2 Zonas de Reserva Campesina constituidas, según el Incoder^{2,4}. Sin embargo, la información

oficial no reporta la totalidad de los territorios ocupados o reclamados por indígenas, campesinos y afrodescendientes en el páramo. Tal es el caso del complejo Guanacas-Puracé-Coconucos, en Cauca y Huila, donde confluyen comunidades indígenas y campesinas. Según el Incoder², en dicho territorio existen únicamente ocho resguardos que se traslapan con el 13% del complejo. No obstante, esta información difiere de la reportada por el área de consulta previa del Ministerio del Interior, según la cual en el área tienen injerencia 13 resguardos, con sus respectivos cabildos. Además de las contradicciones entre las fuentes oficiales, dicha discrepancia evidencia un escaso reconocimiento de la presencia indígena y de sus aspiraciones territoriales en la zona. Fuera de las fuentes oficiales se conoce la existencia de ocho organizaciones campesinas que adelantan la constitución de Zonas de Reserva Campesina; lo mismo ocurre con las Reservas de la Sociedad Civil que no han sido inscritas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP)⁵. Este panorama requiere la promoción de una gobernanza incluyente y legítima. Para tal efecto, se debe reconocer la existencia de todas las figuras y los aprendizajes de los actores públicos, privados y comunitarios, en procesos de concertación, que aporten a la conservación de estas áreas.



Algunas estrategias complementarias de conservación en páramos.

Fuente: MADS (2015).

- Sitios Ramsar
- AICA
- Reservas de Biósfera
- Complejos de páramos

Reservas forestales de la Ley 2.*

- Zonas A
- Zonas B
- Zonas C
- Áreas con previa decisión de ordenamiento

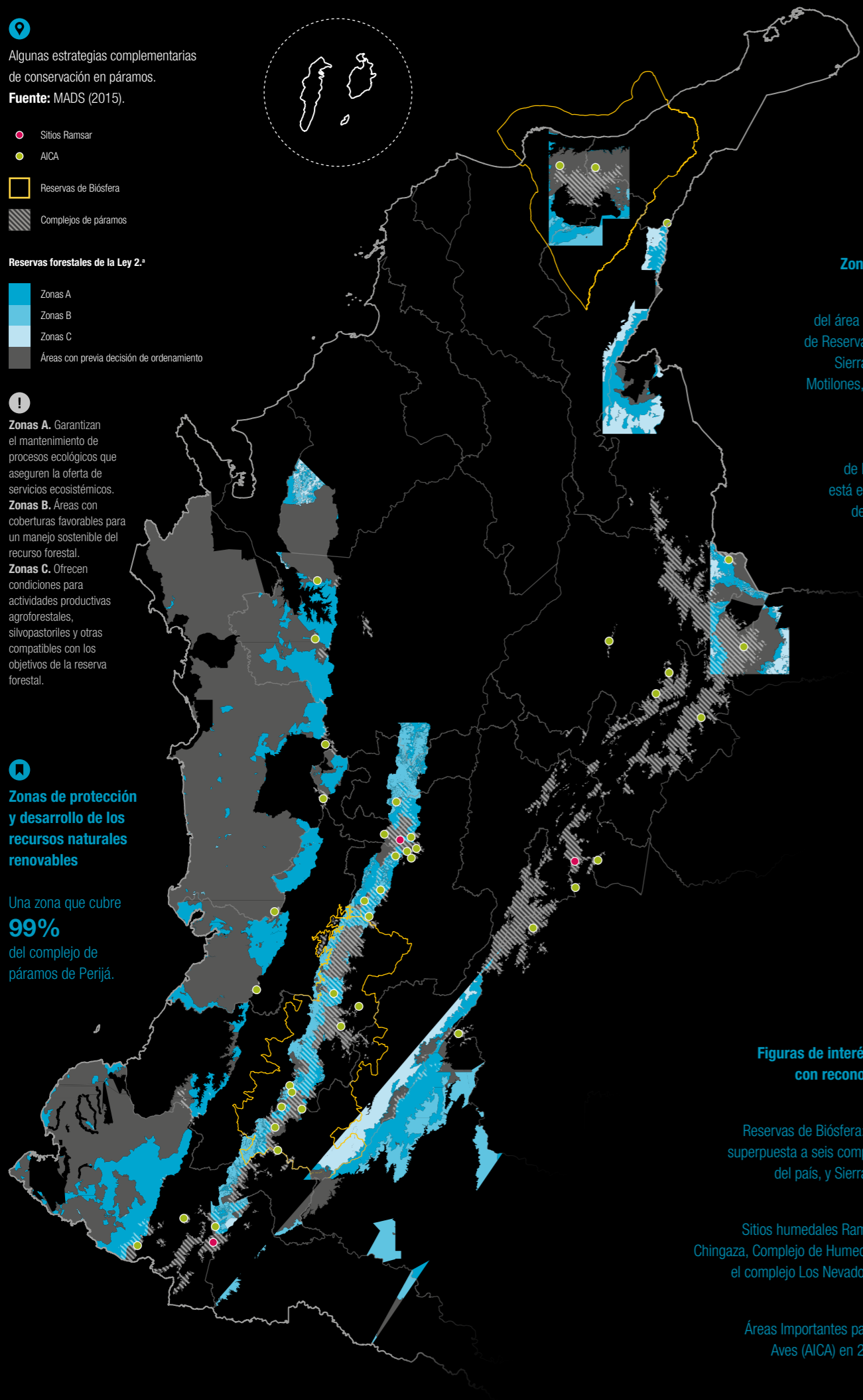


Zonas A. Garantizan el mantenimiento de procesos ecológicos que aseguren la oferta de servicios ecosistémicos.
Zonas B. Áreas con coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal.
Zonas C. Ofrecen condiciones para actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la reserva forestal.



Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables

Una zona que cubre **99%** del complejo de páramos de Perijá.



Zonas de Reserva Forestal

40% del área de páramo está en Zonas de Reserva Forestal (Cocuy, Central, Sierra Nevada de Santa Marta, Motilones, Amazonia y Pacífico) con **1.171.149** ha.

44% de la superficie de estas ZRF está en Zona A (restricción total de actividades productivas).



Figuras de interés para la conservación con reconocimiento internacional

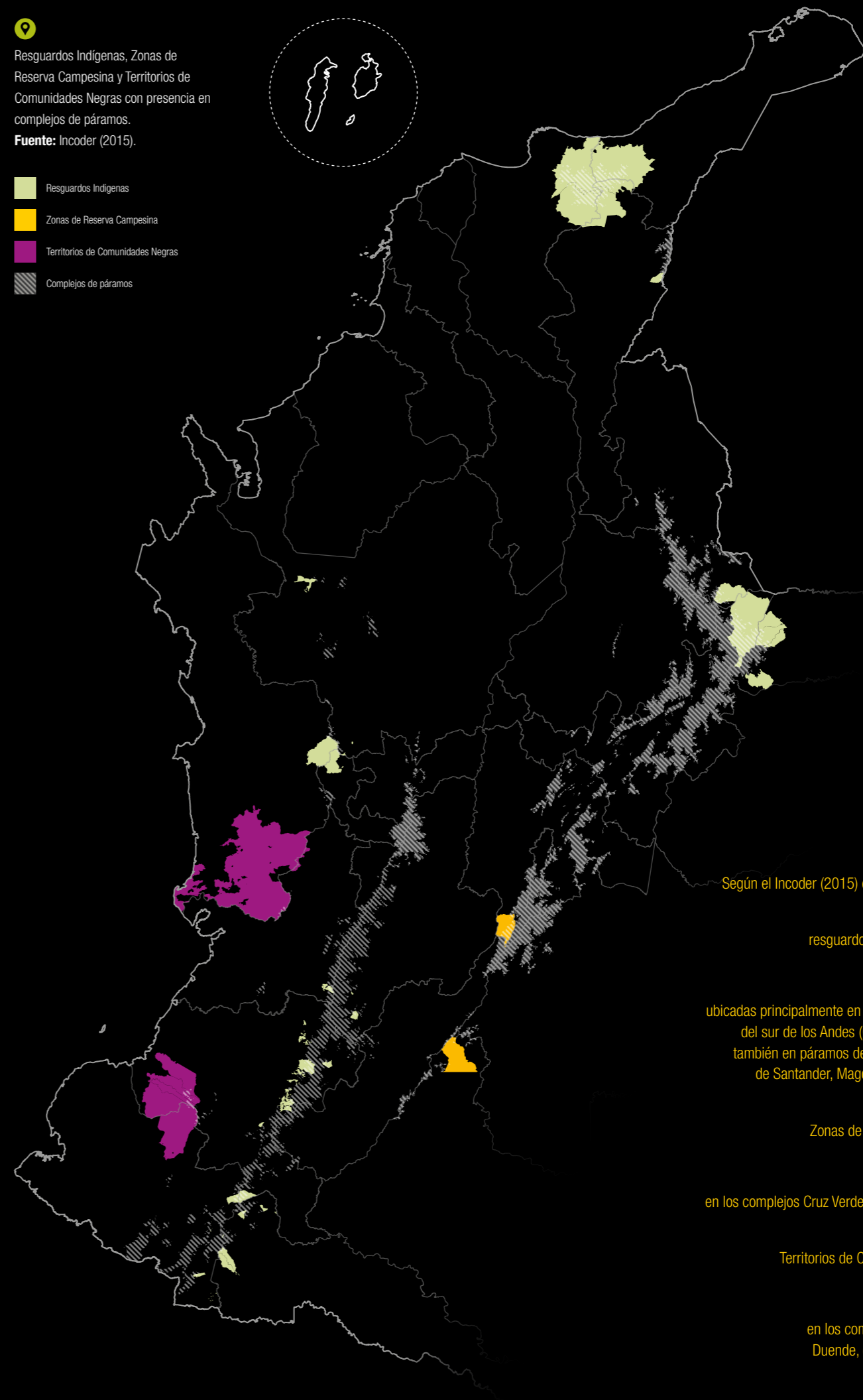
- 2** Reservas de Biósfera: reserva Cinturón Andino, superpuesta a seis complejos de páramos del sur del país, y Sierra Nevada de Santa Marta.
- 3** Sitios húmedales Ramsar: Sistema Lacustre de Chingaza, Complejo de Humedales Laguna del Otún (en el complejo Los Nevados) y Laguna de La Cocha.
- 25** Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) en 25 complejos de páramos.



Resguardos Indígenas, Zonas de Reserva Campesina y Territorios de Comunidades Negras con presencia en complejos de páramos.

Fuente: Incoder (2015).

- Resguardos Indígenas
- Zonas de Reserva Campesina
- Territorios de Comunidades Negras
- Complejos de páramos



Según el Incoder (2015) en área de páramo existen

31 resguardos, de 16 etnias diferentes, que cubren **290.360** ha ubicadas principalmente en los complejos de páramos del sur de los Andes (Cauca, Nariño, Huila), pero también en páramos de Boyacá, Santander, Norte de Santander, Magdalena, Cesar y La Guajira.

2 Zonas de Reserva Campesina (ZRC) que cubren **19.503** ha en los complejos Cruz Verde-Sumapaz y Los Picachos.

6 Territorios de Comunidades Negras (TCN) que abarcan **14.610** ha en los complejos Cerro Plateado y El Duende, en la cordillera Occidental.

La conectividad a gran escala como herramienta clave para la conservación en Colombia

Esteban Payán Garrido* y Martin von Hildebrand*



1 Iniciativa del Corredor Jaguar en Colombia.

Corredores identificados

1. Sierra Nevada-Fonseca
2. Sierra Nevada-Perijá
3. El Copey-Mompox
4. El Copey-Aguachica
5. Chocó Biogeográfico-Paramillo
6. Paramillo-Ayapel
7. Paramillo-Segovia
8. San Lucas-Catatumbo
9. San Lucas-Tamá
10. San Lucas-Cocuy

Unidades de conservación de jaguar

- A. Sierra Nevada de Santa Marta
- B. Perijá
- C. Chocó Biogeográfico
- D. Paramillo
- E. San Lucas
- F. Catatumbo
- G. Amazonia y Orinoquia

NT

Jaguar
Panthera onca

90 kg



Versión en línea
reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap3/306

Fichas relacionadas en BIODIVERSIDAD 2014
213 | 307

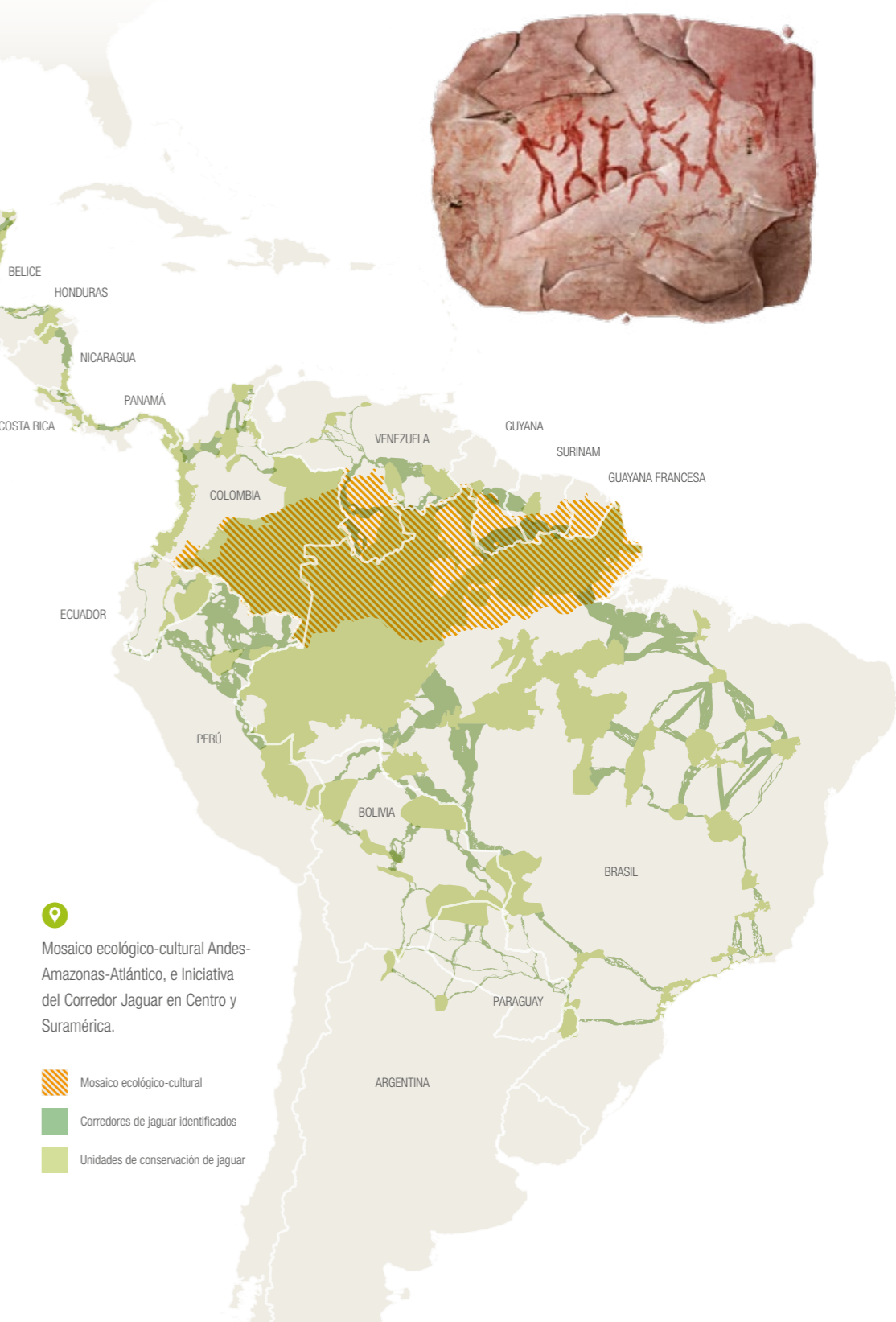
Temáticas
Conservación | Comunidades | Flujo genético | Servicios ecosistémicos

LOS CORREDORES BIOLÓGICOS, TALES COMO EL CORREDOR JAGUAR Y EL CAMINO DE LAS ANACONDAS, CONECTAN ÁREAS DE SISTEMAS NATURALES Y SON ESENCIALES PARA GARANTIZAR LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LA OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

El principio de conservar la biodiversidad mediante el uso exclusivo de áreas protegidas fue revaluado hace algunos años, gracias al enfoque de conexión mediante corredores entre parches de ecosistemas naturales¹. En el caso de Colombia, se requieren extensos corredores biológicos basados en especies focales y distribuidos de modo que cubran toda su geografía: desde la región del Pacífico, las cordilleras y valles interandinos, hasta las planicies de la Orinoquia y la Amazonia. Esta variedad de paisajes es responsable de la gran riqueza natural del país. En ese sentido, la protección de especies clave asegura que no solo se cubra ampliamente el territorio, sino que también se conserve la **biota** asociada con dichas especies.

La conectividad es indispensable para mantener el **flujo genético** entre poblaciones y garantizar los **servicios ecosistémicos** que las áreas naturales ofrecen. Por ejemplo, pueden influir positivamente en la regulación del ciclo del agua en lugares como la cuenca del Amazonas, región donde resulta vital integrar los territorios indígenas a las estrategias de conservación. Por ello, la herramienta más común para promover dicha conexión son los corredores biológicos², especialmente aquellos desarrollados a partir de especies de gran tamaño, bajas densidades poblacionales, gran reconocimiento por parte del público en general, una alta sensibilidad a la actividad humana y que requieren grandes territorios³⁻⁶.

EL CORREDOR JAGUAR. Es un caso de conectividad a gran escala que asegura la supervivencia a largo plazo (>300 años) de los jaguares y su biodiversidad asociada. Conecta bosques entre 0-2000 m s.n.m., presentes entre áreas protegidas o unidades de conservación de jaguar (UCJ= >50 jaguares adultos), las cuales permiten el flujo constante entre los jaguares que habitan dichas áreas. La implementación del corredor implica la posibilidad de dispersión de la especie a lo largo de



1 Mosaico ecológico-cultural Andes-Amazonas-Atlántico, e Iniciativa del Corredor Jaguar en Centro y Suramérica.

Mosaico ecológico-cultural
Corredores de jaguar identificados
Unidades de conservación de jaguar

áreas no protegidas, pero también del mantenimiento de la productividad humana, de forma que los jaguares pueden encontrar un hábitat adecuado, con suficientes presas para su alimento, sin ser perseguidos por el hombre. Sin embargo, la iniciativa solo será viable en áreas donde se implementen mejores prácticas agropecuarias y minero-energéticas dentro de mosaicos de paisajes bien zonificados.

EL CAMINO DE LAS ANACONDAS. Es un corredor biológico de extensión transnacional que pretende convertirse en el mosaico ecológico-cultural más grande del mundo. Tiene el propósito de restablecer la conexión de los ecosistemas Andes-Amazonia-Atlántico⁷, para

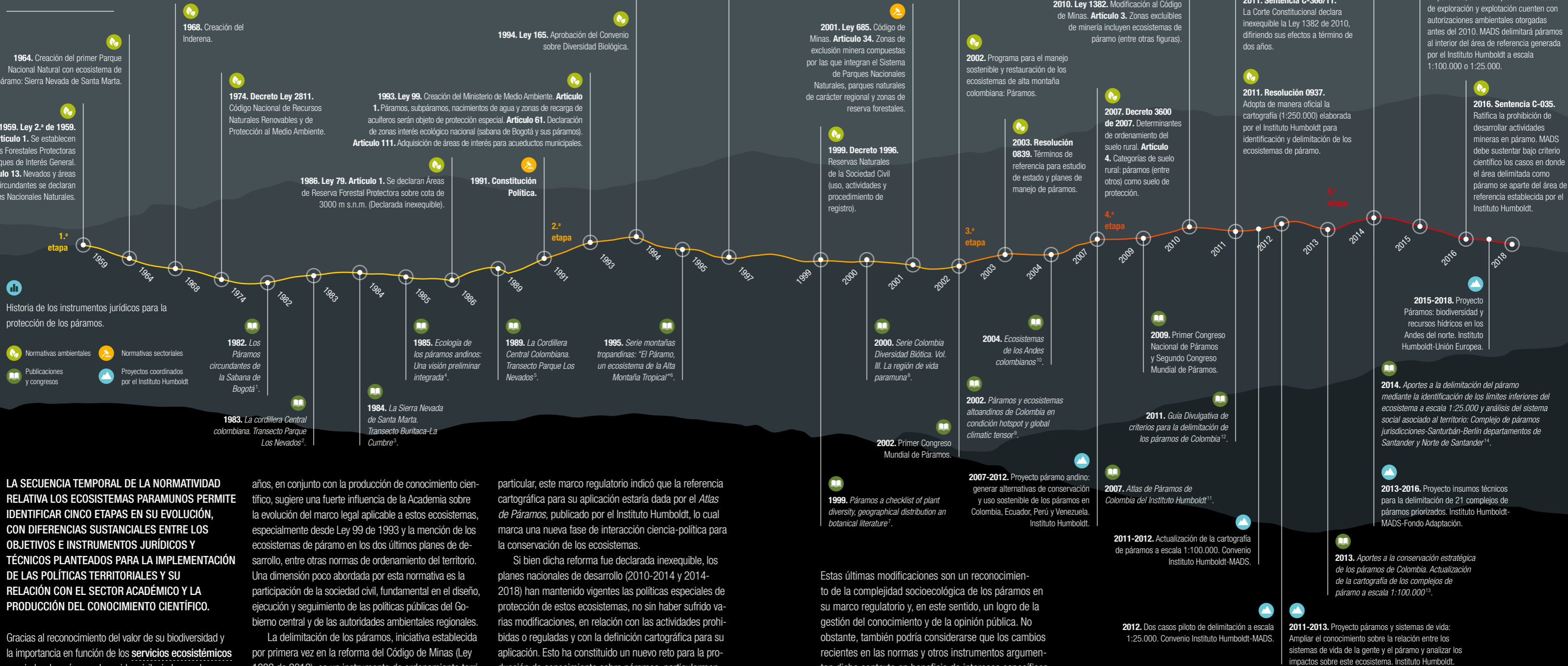
garantizar los servicios ecosistémicos de la cuenca del Amazonas y buscar respuestas innovadoras al **cambio climático**. Esta conectividad es fundamental para asegurar la estabilidad del ciclo del agua, la conservación y resiliencia de la biodiversidad y el bienestar humano. Así mismo, la iniciativa promueve la articulación entre pueblos indígenas, poblaciones locales, sectores productivos, organizaciones y gobiernos, lo que permite volver a pensar en la participación del hombre en el sistema natural que lo sostiene. El Camino de las Anacondas plasma el concepto de conectividad presente en las culturas indígenas, como la tucano oriental del Vaupés, la cual alude al flujo de energía vital de la selva que transcurre desde el mar hasta la cordillera.



Instrumentos jurídicos para la protección de los páramos

Normativa y producción de conocimiento

Carlos Enrique Sarmiento* y Jessica Zapata*



LA SECUENCIA TEMPORAL DE LA NORMATIVIDAD RELATIVA LOS ECOSISTEMAS PARAMUNOS PERMITE IDENTIFICAR CINCO ETAPAS EN SU EVOLUCIÓN, CON DIFERENCIAS SUSTANCIALES ENTRE LOS OBJETIVOS E INSTRUMENTOS JURÍDICOS Y TÉCNICOS PLANTEADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS TERRITORIALES Y SU RELACIÓN CON EL SECTOR ACADÉMICO Y LA PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

años, en conjunto con la producción de conocimiento científico, sugiere una fuerte influencia de la Academia sobre la evolución del marco legal aplicable a estos ecosistemas, especialmente desde Ley 99 de 1993 y la mención de los ecosistemas de páramo en los dos últimos planes de desarrollo, entre otras normas de ordenamiento del territorio. Una dimensión poco abordada por esta normativa es la participación de la sociedad civil, fundamental en el diseño, ejecución y seguimiento de las políticas públicas del Gobierno central y de las autoridades ambientales regionales. La delimitación de los páramos, iniciativa establecida por primera vez en la reforma del Código de Minas (Ley 1382 de 2010), es un instrumento de ordenamiento territorial que buscó en su momento prohibir el desarrollo de nuevos proyectos mineros y disminuir progresivamente las actividades mineras ya existentes. Como característica

particular, este marco regulatorio indicó que la referencia cartográfica para su aplicación estaría dada por el *Atlas de Páramos*, publicado por el Instituto Humboldt, lo cual marca una nueva fase de interacción ciencia-política para la conservación de los ecosistemas. Si bien dicha reforma fue declarada inexecutable, los planes nacionales de desarrollo (2010-2014 y 2014-2018) han mantenido vigentes las políticas especiales de protección de estos ecosistemas, no sin haber sufrido varias modificaciones, en relación con las actividades prohibidas o reguladas y con la definición cartográfica para su aplicación. Esto ha constituido un nuevo reto para la producción de conocimiento sobre páramos, particularmente desde 2013, considerando que los estudios ordenados por ley para la delimitación de los mismos deben contener aspectos económicos, sociales y ambientales.

Gracias al reconocimiento del valor de su biodiversidad y la importancia en función de los **servicios ecosistémicos** asociados, los páramos han sido privilegiados por la expedición de normas de carácter nacional y regional dirigidas a su protección, siendo por ello considerados **ecosistemas estratégicos**. La revisión de la normativa en los últimos 50

308

Restauración ecológica

Los retos para Colombia

Wilson Ramírez^a, Carolina Murcia^a, Manuel R. Guariguata^a, Evert Thomas^a, Mauricio Aguilar^a y Paola Isaacs^a

EN AÑOS RECIENTES, LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA HA GANADO PROTAGONISMO, A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL, COMO MEDIDA COMPLEMENTARIA DE CONSERVACIÓN. AUNQUE EN COLOMBIA HA DEJADO NUMEROSAS LECCIONES APRENDIDAS, TODAVÍA DEBE SUPERAR MÚLTIPLES RETOS.

PACÍFICO
1.401.033 ha

CARIBE
3.624.584 ha

ANDES
13.019.725 ha

ORINOQUIA
2.713.961 ha

AMAZONIA
3.356.689 ha

Número de hectáreas por región, fuera de las áreas protegidas, que requieren restauración.

En Colombia los procesos de degradación y transformación han afectado la biodiversidad y la oferta y calidad de los **servicios ecosistémicos**¹, a tal nivel que la preocupación por el tema ha trascendido el sector ambiental y alcanzado las políticas nacionales e internacionales. En este escenario, es necesario adoptar medidas complementarias a la conservación para la gestión integral de los recursos naturales. Una de ellas es la restauración ecológica, es decir, el proceso de asistir o ayudar al restablecimiento estructural y funcional de un ecosistema degradado, dañado o destruido, partiendo de conocimiento previo y del potencial natural de recuperación del mismo ecosistema^{2,3}. Colombia tiene una trayectoria de 50 años en restauración ecológica y continúa incluyendo esta estrategia entre su portafolio de manejo de los recursos naturales. Prueba de ello son el fuerte incremento de proyectos y publicaciones sobre el tema desde los años noventa y el reciente compromiso con la Iniciativa Latinoamericana 20x20, la cual planteó la meta de restaurar 20 millones de hectáreas en la región para el año 2020, con objetivos tan ambiciosos como los 3,2 millones de hectáreas proyectados para Perú y un millón de hectáreas para Colombia⁴. Además de recuperar ecosistemas degradados, estos retos son una oportunidad para fortalecer la práctica de la restauración, pues permiten enriquecer el marco conceptual, avanzar en nuevas técnicas y consolidar redes de colaboración entre países.

A pesar de las iniciativas firmadas, programas implementados e inversiones realizadas a nivel nacional, se estima que el número de hectáreas restauradas no ha sido suficiente como para cumplir las metas o para compensar la tasa de deforestación. Por otra parte,

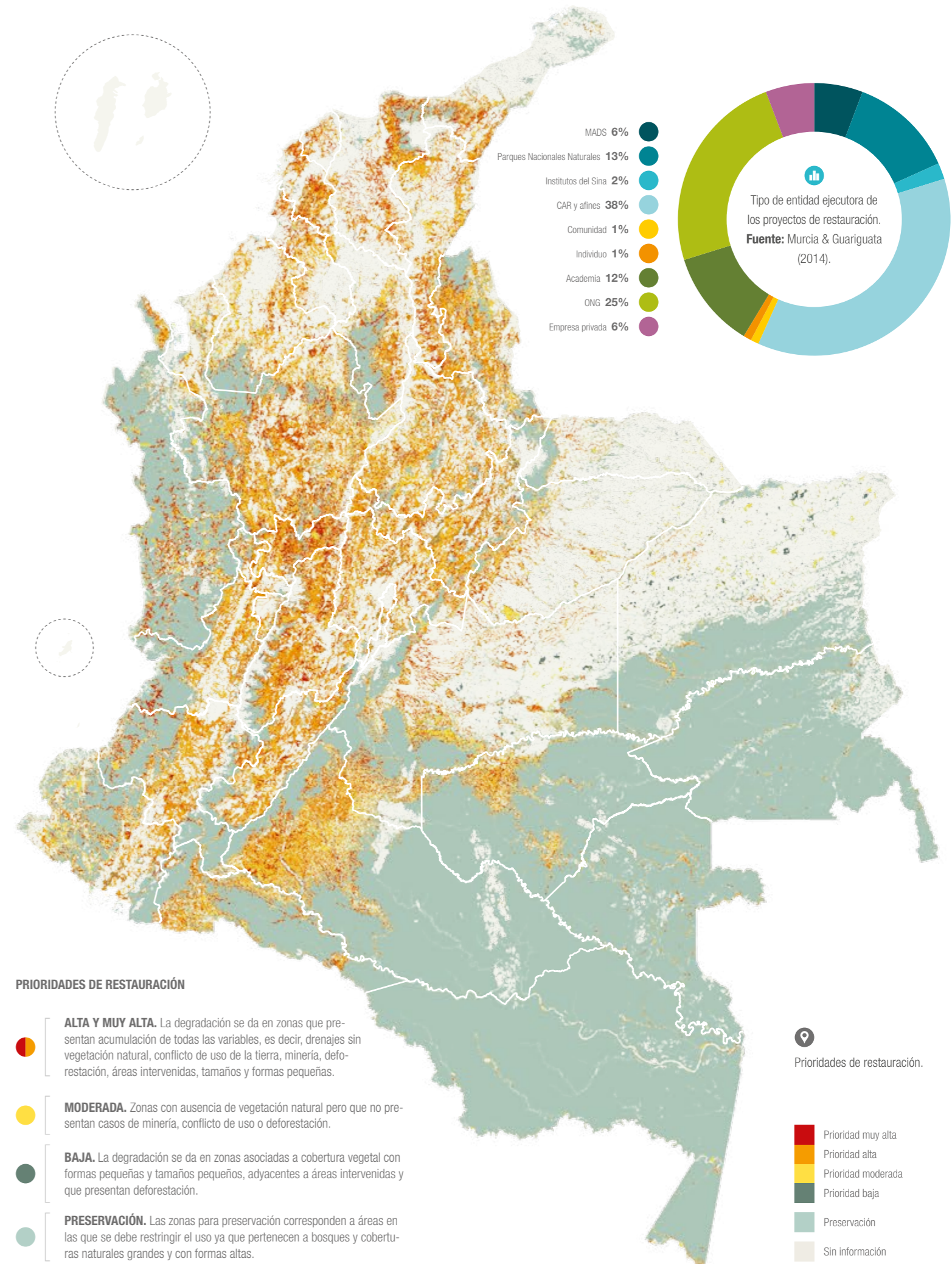
la práctica de restauración está actualmente impulsada por el Gobierno, el sector privado y las ONG, pero desvinculada de la Academia⁵ y las comunidades, hecho que genera una gran dispersión conceptual y un sinnúmero de vacíos de información en ecosistemas de bosques secos, húmedales y sabanas, así como una ausencia de arraigo del proceso entre la población⁶.

La cartografía nacional, basada en parámetros biofísicos, indica que las zonas prioritarias para restauración son las regiones andina y Caribe. Sin embargo, para afinar dichos esfuerzos es necesario aumentar el conocimiento sobre la ecología de ecosistemas alterados, las características intrínsecas de las especies, las condiciones territoriales y la tenencia de tierra, así como de la disponibilidad de recursos por parte de las entidades responsables. Así mismo, aunque hay avances importantes con redes como la Sociedad Iberoamericana de Restauración Ecológica y la Red Colombiana de Restauración, y el país cuenta con un Plan de Restauración⁵, se deben hacer esfuerzos adicionales para fortalecer la política donde el tema de restauración sea vinculante.

RETOS DE LA RESTAURACIÓN EN COLOMBIA

01. Conservar antes que restaurar, pues esta última es una actividad costosa, con mucha incertidumbre, y no siempre es factible recuperar todos los componentes del ecosistema⁷.
02. Considerar la escala del paisaje en la restauración para asegurar su efectividad; integrar programas de acción o conservación con plataformas de diálogo entre diferentes actores.

03. Usar fuentes de semillas genéticamente diversas y adaptadas a las áreas de restauración para asegurar la viabilidad y resiliencia de las poblaciones restauradas⁸.
04. Incluir en la planeación los recursos financieros necesarios para todas las fases de los proyectos, desde la línea base hasta el monitoreo⁹.
05. Incluir un componente social participativo que incluya a los actores claves en el territorio a intervenir para garantizar la sostenibilidad de los proyectos¹⁰.
06. Ampliar las dimensiones biofísicas, sociales y económicas de los proyectos de restauración para fortalecer la gestión integral del territorio⁵.
07. Fortalecer nuevos nodos regionales de profesionales de la restauración ecológica que interactúen con comunidades locales, Academia, ONG⁶, tomadores de decisiones y el sector industrial.
08. Reforzar las políticas actuales para que se incorpore de forma visible y activa la restauración como herramienta integral de la planeación y del uso de la tierra.



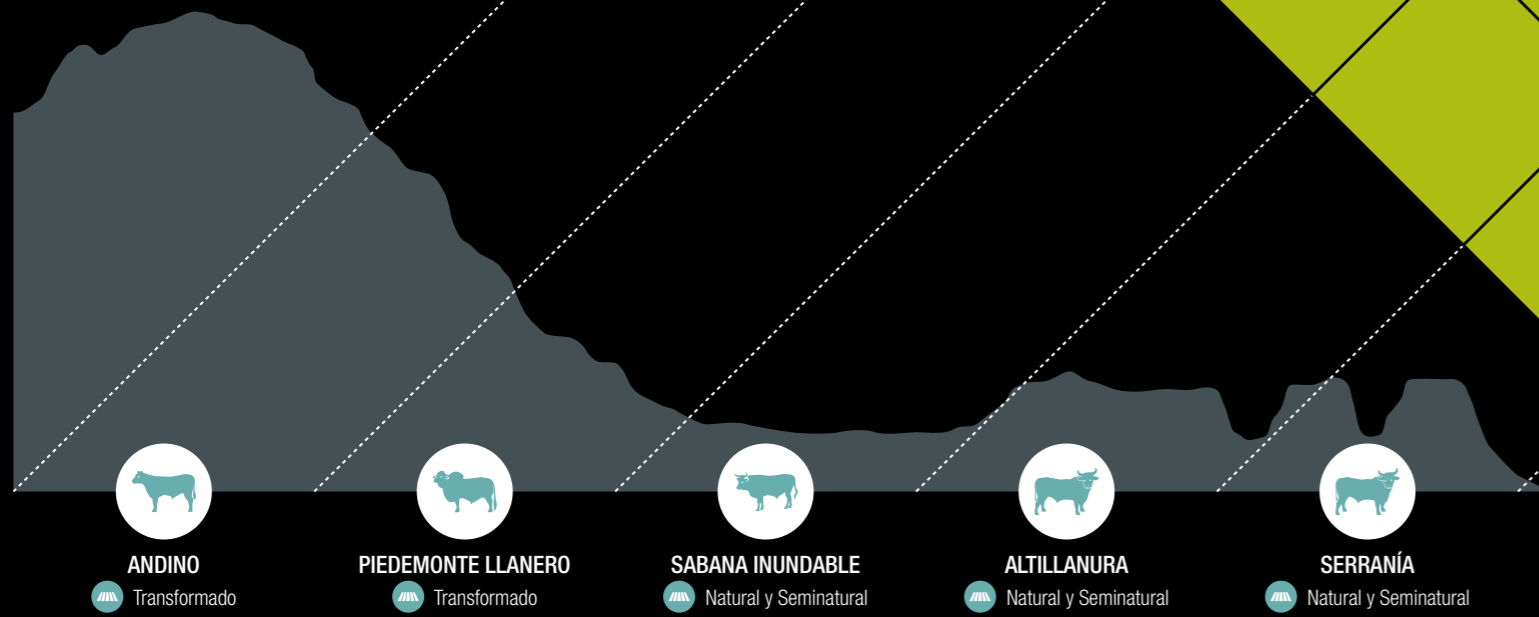
309

Paisajes ganaderos

Fuente potencial de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía

Clarita Bustamante Z.ª y Lourdes Peñuela R.ª

SI LOS DIFERENTES MODELOS GANADEROS SE AJUSTAN A LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE CADA ECOSISTEMA Y CONTEMPLAN LAS RELACIONES ENTRE LOS COMPONENTES DE LOS PAISAJES, LA GANADERÍA BOVINA PODRÍA SER FAVORABLE PARA LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.



Colombia es uno de los países más biodiversos del mundo por unidad de área, pero también uno de los más fértiles para el desarrollo de actividades productivas. Dentro de estas, la **ganadería bovina** constituye una fuente potencial de conservación de la biodiversidad, siempre y cuando implemente un modelo acorde con las características de los ecosistemas que contemple las relaciones entre los componentes de los paisajes, de las cuales dependen la funcionalidad y el riesgo de degradación de estos últimos.

En la Orinoquía existen diferentes tipos de paisajes ganaderos, que difieren no solo por su ubicación, sino por la relación que establecen con aquellos ecosistemas con los que se asocian. Si bien se reconocen los impactos negativos que algunos modelos de ganadería han generado de manera diferencial, es importante identificar y valorar aquellos que generan sinergias con la biodiversidad, las cuales terminan orientando las decisiones de conservación de los propietarios de la tierra. Las ganaderías bovinas que históricamen-

te se han desarrollado en las sabanas inundables y la altillanura de la Orinoquía han basado su actividad en un "sistema sostenible", que funciona con base en una baja carga animal por hectárea y en la comprensión tanto de la dinámica de los ciclos hidrológicos y biológicos como de la movilidad de los animales en el territorio. Así, conviven con la cultura llanera sin generar grandes transformaciones de los ecosistemas locales, como bien lo reflejan sus coberturas naturales o seminaturales. En la altillanura, por ejemplo, se destacan

las "**sabanas cautivas**"^{1,2}, que han coevolucionado con la ganadería y cuya presencia ha generado condiciones que favorecen la aparición o el incremento de componentes de la biodiversidad.

La gestión de los paisajes ganaderos debe llevarse a cabo de manera aditiva, de tal forma que advierta e integre los factores socioecológicos territoriales, provocando cambios de impacto regional, que permitan la conservación de las sinergias actuales y la generación de otras nuevas, basadas tanto en las experiencias re-

gionales con bajos grados de perturbación como en el diseño de unidades y acuerdos de funcionamiento ambientalmente saludable de los paisajes.

Esta gestión puede darse a través de dos tipos de esfuerzos: (a) los gremiales asociativos y comunitarios, a través de acuerdos de conservación, fondos patrimoniales de inversión y alianzas productivas o de sostenibilidad, o (b) los individuales, mediante incentivos, certificaciones y estrategias de conservación privada, entre otras. A su vez, deben considerarse estrategias

de nicho de mercados especiales que reconozcan en el producto ganadero su relación con la conservación de la biodiversidad.

Es necesario, entonces, seguir asumiendo los retos y oportunidades que el desarrollo de la ganadería plantea en la Orinoquía, ya que son los flujos energéticos y las interacciones entre los diferentes componentes del sistema los que determinan la sostenibilidad del mismo y los que pueden garantizar el mantenimiento de los **servicios ecosistémicos**.

RETOS DE LOS PAISAJES GANADEROS ORINOCENSES

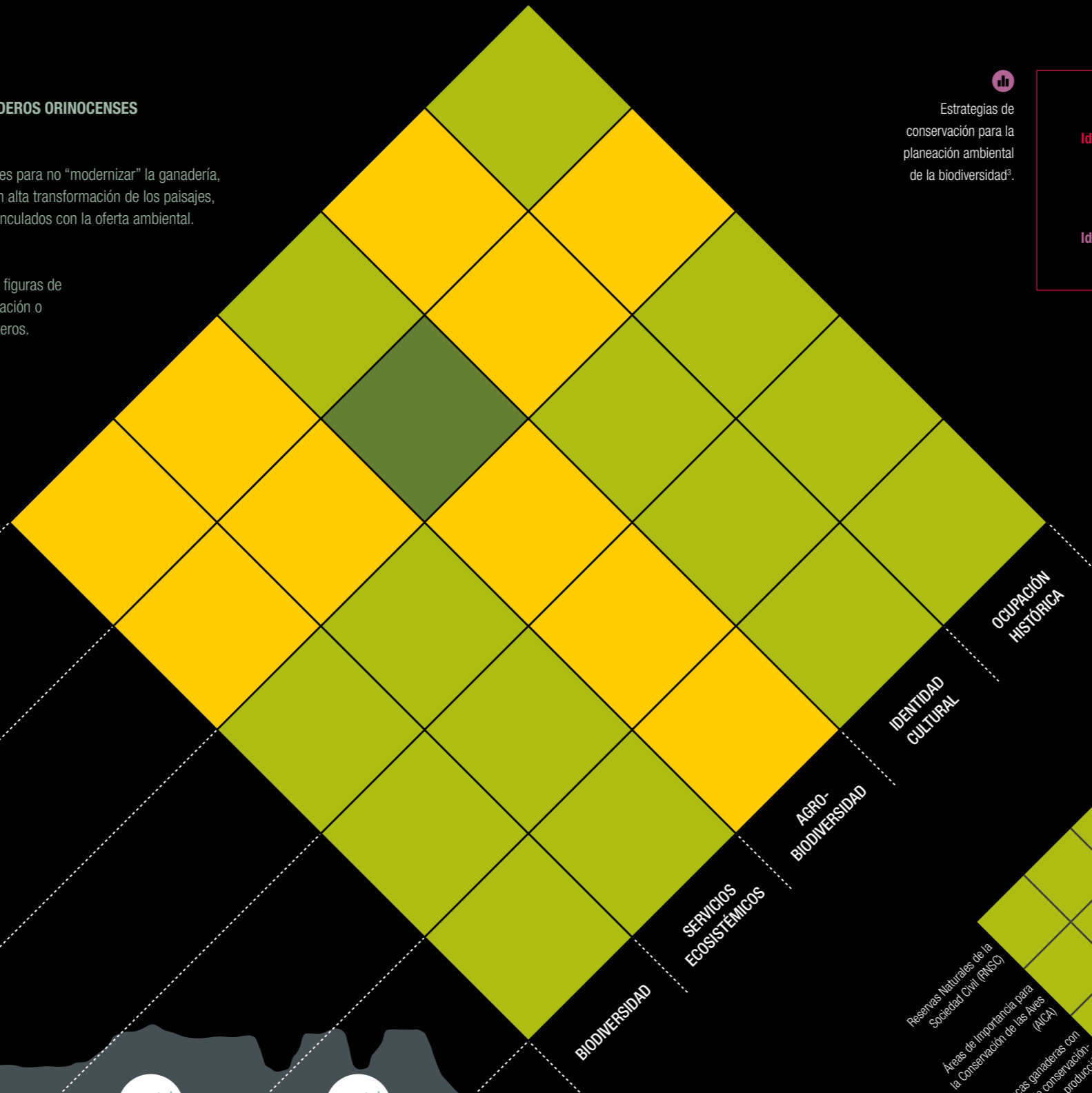
1 Aprender de las relaciones existentes para no "modernizar" la ganadería, con base en modelos que requieren alta transformación de los paisajes, sobre parámetros productivos no vinculados con la oferta ambiental.

2 Incluir los diferentes lineamientos y figuras de conservación en el diseño, rehabilitación o readaptación de los paisajes ganaderos.

Relación de los diferentes paisajes ganaderos con atributos ambientales y culturales.

Fuente: * Corine Land Cover.

- ◆ Aumenta
- ◆ Se mantiene
- ◆ Disminuye
- ◆ Cobertura*

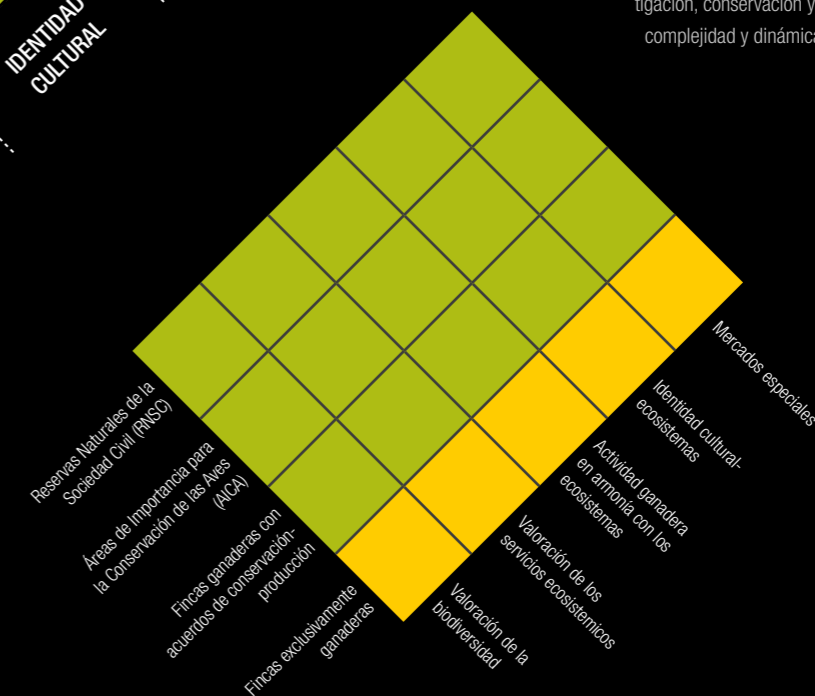


Estrategias de conservación para la planeación ambiental de la biodiversidad³.

Identificación y gestión de zonas prioritarias	Restauración para el uso sostenible
	Rehabilitación para el uso sostenible
	Manejo sostenible
Identificación y gestión de zonas soporte	Aprovechamiento sostenible
	Complementarias - Aprovechamiento de áreas seminaturales
	Productivas - Reconversión de sistemas productivos

En Colombia existen diferentes herramientas de conservación privada, que los propietarios han aprendido a utilizar para poder "comprender y analizar" cómo su actividad productiva puede favorecer los procesos de conservación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Entre estas herramientas están las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (60 en la Orinoquía) y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

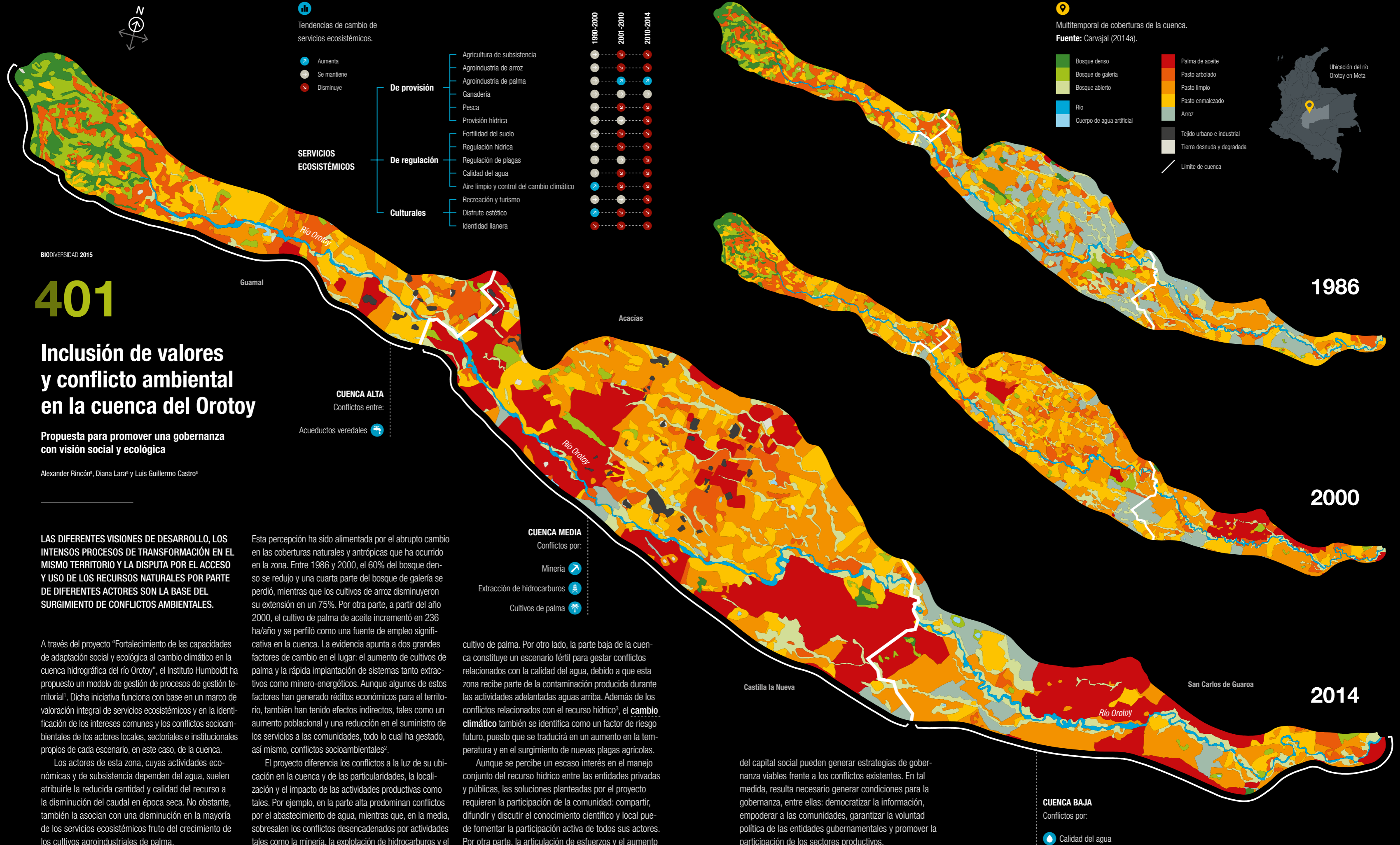
Existen casos reales donde fincas ganaderas, algunas establecidas como Reservas de la Sociedad Civil o designadas como AICA, sostienen una relación positiva entre los componentes del paisaje y la ganadería bovina, concentrando la mayoría de las acciones hacia la investigación, conservación y ecoturismo, en congruencia con la complejidad y dinámica funcional de los paisajes ganaderos de producción-conservación.



Valoración de la relación entre biodiversidad, servicios ecosistémicos, actividad ganadera, cultura y mercados con las herramientas de conservación privada.

- ◆ Aumenta
- ◆ Se mantiene
- ◆ Disminuye

**OPORTUNIDADES
DE GESTIÓN
TERRITORIAL
DE LA BIODIVERSIDAD**



BIODIVERSIDAD 2015

401

Inclusión de valores y conflicto ambiental en la cuenca del Orotoy

Propuesta para promover una gobernanza con visión social y ecológica

Alexander Rincón*, Diana Lara* y Luis Guillermo Castro*

LAS DIFERENTES VISIONES DE DESARROLLO, LOS INTENSOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN EN EL MISMO TERRITORIO Y LA DISPUTA POR EL ACCESO Y USO DE LOS RECURSOS NATURALES POR PARTE DE DIFERENTES ACTORES SON LA BASE DEL SURGIMIENTO DE CONFLICTOS AMBIENTALES.

A través del proyecto "Fortalecimiento de las capacidades de adaptación social y ecológica al cambio climático en la cuenca hidrográfica del río Orotoy", el Instituto Humboldt ha propuesto un modelo de gestión de procesos de gestión territorial¹. Dicha iniciativa funciona con base en un marco de valoración integral de servicios ecosistémicos y en la identificación de los intereses comunes y los conflictos socioambientales de los actores locales, sectoriales e institucionales propios de cada escenario, en este caso, de la cuenca.

Los actores de esta zona, cuyas actividades económicas y de subsistencia dependen del agua, suelen atribuirle la reducida cantidad y calidad del recurso a la disminución del caudal en época seca. No obstante, también la asocian con una disminución en la mayoría de los servicios ecosistémicos fruto del crecimiento de los cultivos agroindustriales de palma.

Esta percepción ha sido alimentada por el abrupto cambio en las coberturas naturales y antrópicas que ha ocurrido en la zona. Entre 1986 y 2000, el 60% del bosque denso se redujo y una cuarta parte del bosque de galería se perdió, mientras que los cultivos de arroz disminuyeron su extensión en un 75%. Por otra parte, a partir del año 2000, el cultivo de palma de aceite incrementó en 236 ha/año y se perfiló como una fuente de empleo significativa en la cuenca. La evidencia apunta a dos grandes factores de cambio en el lugar: el aumento de cultivos de palma y la rápida implantación de sistemas tanto extractivos como minero-energéticos. Aunque algunos de estos factores han generado réditos económicos para el territorio, también han tenido efectos indirectos, tales como un aumento poblacional y una reducción en el suministro de los servicios a las comunidades, todo lo cual ha gestado, así mismo, conflictos socioambientales².

El proyecto diferencia los conflictos a la luz de su ubicación en la cuenca y de las particularidades, la localización y el impacto de las actividades productivas como tales. Por ejemplo, en la parte alta predominan conflictos por el abastecimiento de agua, mientras que, en la media, sobresalen los conflictos desencadenados por actividades tales como la minería, la explotación de hidrocarburos y el

cultivo de palma. Por otro lado, la parte baja de la cuenca constituye un escenario fértil para gestar conflictos relacionados con la calidad del agua, debido a que esta zona recibe parte de la contaminación producida durante las actividades adelantadas aguas arriba. Además de los conflictos relacionados con el recurso hídrico³, el **cambio climático** también se identifica como un factor de riesgo futuro, puesto que se traducirá en un aumento en la temperatura y en el surgimiento de nuevas plagas agrícolas.

Aunque se percibe un escaso interés en el manejo conjunto del recurso hídrico entre las entidades privadas y públicas, las soluciones planteadas por el proyecto requieren la participación de la comunidad: compartir, difundir y discutir el conocimiento científico y local puede fomentar la participación activa de todos sus actores. Por otra parte, la articulación de esfuerzos y el aumento

Estrategias para la gestión integral de la biodiversidad

Germán Corzo^a y Marcela Portocarrero-Aya^a

EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN, JUNTO CON LAS POLÍTICAS PROPIAS DE UN DESARROLLO ECONÓMICO EXTRACTIVISTA, HACEN PRIORITARIA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA ASEGURAR LA PROTECCIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE AMENAZAS, Y UN USO TANTO ADECUADO COMO SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL PAÍS.

Estrategias para la gestión integral de la biodiversidad.

ÁREAS PRIORITARIAS

Preservación

- Mediante manejo de áreas protegidas
- Mediante manejo de **ecosistemas estratégicos**, declaración de áreas protegidas y otras herramientas complementarias

Restauración

- Para la preservación
- Para el uso sostenible
- Mediante rehabilitación para el uso sostenible

Uso sostenible

- Mediante manejo de recursos naturales
- Mediante aprovechamiento de recursos naturales

ÁREAS DE SOPORTE

Suplementarias

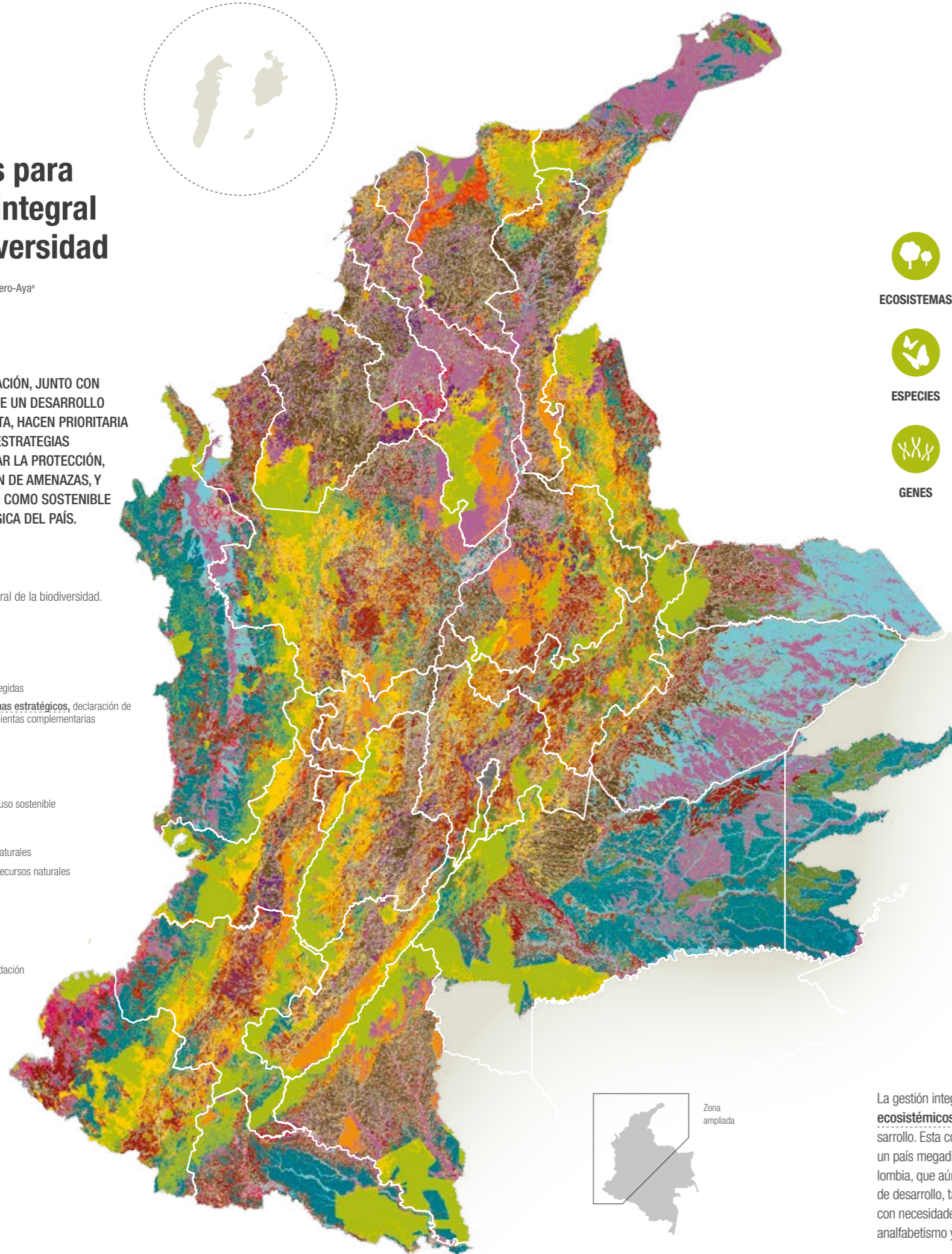
- Manejo de recursos en áreas naturales con potencial de inundación
- Manejo de recursos renovables en áreas naturales

Complementarias

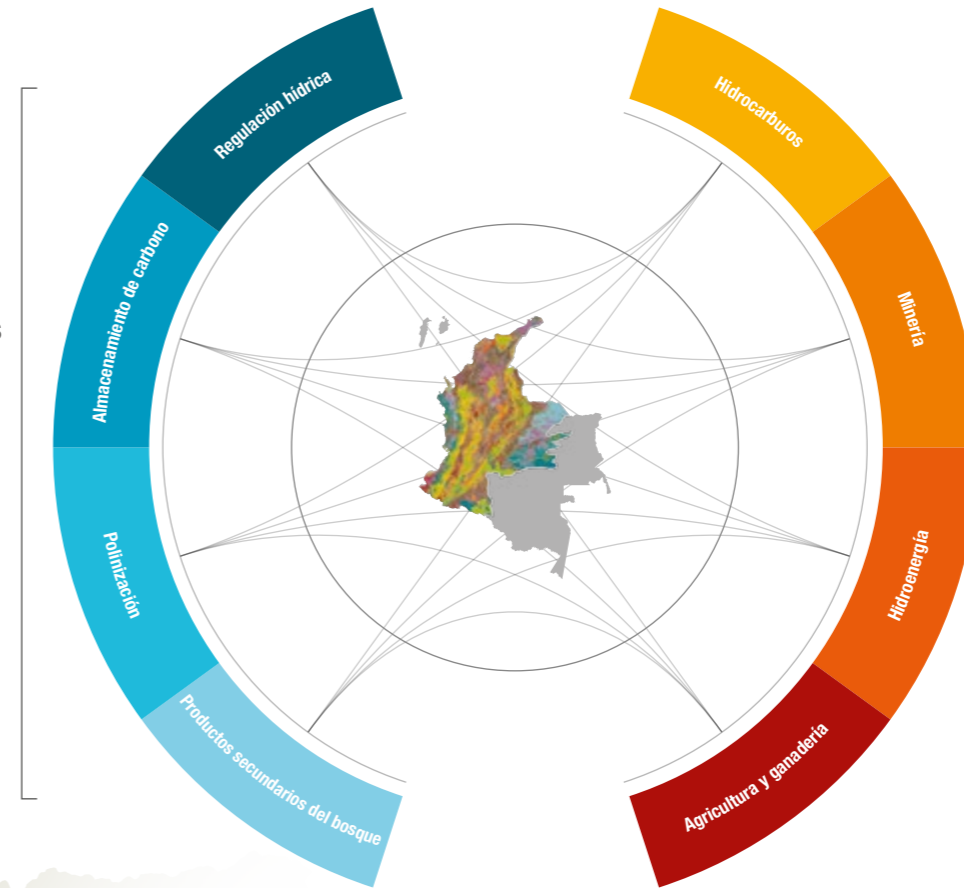
- Manejo de recursos en áreas seminaturales con potencial de inundación
- Manejo de recursos renovables en áreas seminaturales

Áreas productivas sostenibles

- En territorios étnicos
- Áreas productivas
- Infraestructura



- ECOSISTEMAS
- ESPECIES
- GENES



- Colombia ocupa el puesto 20 de países productores de petróleo.
- Representa el 2,4% de las emisiones totales de gases efecto de invernadero (GEI) del país.
- Se necesitan 1000 l de agua para extraer un gramo de oro.
- La minería de carbón representa el 1,8% de las emisiones totales del país.
- Utiliza el 21,5% del agua disponible.
- Representa el 8,5% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del país.
- El sector agrícola usa el 46,6% del agua disponible, mientras que el pecuario, el 8,5%.
- La producción agropecuaria contribuye con cerca del 38% del total de GEI (sin contar las emisiones relacionadas con cambios en el uso del suelo).

La gestión integral de la biodiversidad y sus **servicios ecosistémicos** exige conciliar la conservación con el desarrollo. Esta condición es particularmente necesaria en un país megadiverso, pluriétnico y multicultural como Colombia, que aún tiene cuentas pendientes en su modelo de desarrollo, tales como un gran número de regiones con necesidades básicas insatisfechas y altos índices de analfabetismo y de morbilidad infantil, entre otras.

La oferta natural tiene dos componentes: la biodiversidad (considerada a nivel de genes, especies y ecosistemas) y los servicios ecosistémicos. Dicha oferta es vital para garantizar el bienestar de las poblaciones humanas, el asentamiento de sus comunidades y la producción de bienes industriales. No obstante, ciertos sectores reciben los beneficios de la oferta natural pero la afectan negativamente, generando impactos cuya magnitud aumentará o disminuirá a futuro, según el modelo de desarrollo que el país implemente.

En la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos¹ se deja claro que las interacciones ecológicas entre los diferentes niveles de organización de la biodiversidad se expresan como servicios ecosistémicos y que estos, a su vez, son el puente entre la naturaleza y el hombre: toda acción encaminada a la conservación de la biodiversidad es, entonces, una estrategia que asegura la provisión a largo plazo de estos servicios, de los cuales depende el desarrollo del país.

El proyecto "Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las áreas operativas de Eco-

petrol", desarrollado en asociación con el Instituto Humboldt entre 2012 y 2015, buscó generar herramientas de gestión que articularan la oferta de recursos naturales con las necesidades de conservación y uso, y con la demanda de los diferentes sectores económicos. El resultado fue una serie de estrategias y lineamientos para la gestión de la biodiversidad en el territorio, diseñada bajo un modelo de sostenibilidad ecológica y económica².

Las estrategias identificadas están clasificadas en función de las herramientas de conservación (áreas de preservación, 23%; **restauración ecológica**, 18% y de uso sostenible, 14%) o del territorio (áreas suplementarias, 18%, que funcionan como bancos de tierra; áreas productivas, 15%, y áreas complementarias, 12%), que se convierten en clave para procesos de conectividad y soporte a áreas naturales. Dichos porcentajes evidencian una implementación equilibrada de las diferentes estrategias, demostrando que es posible encontrar un punto medio entre la conservación y el desarrollo, siempre y cuando el uso de estos recursos se haga de manera adecuada y se integren herramientas que permitan una correcta gestión del territorio.

403

Aproximación a los conflictos por los recursos naturales

Alexander Rincón^a, Diana Lara^a,
Mario Alejandro Pérez^b y Johnny Harold Rojas^b

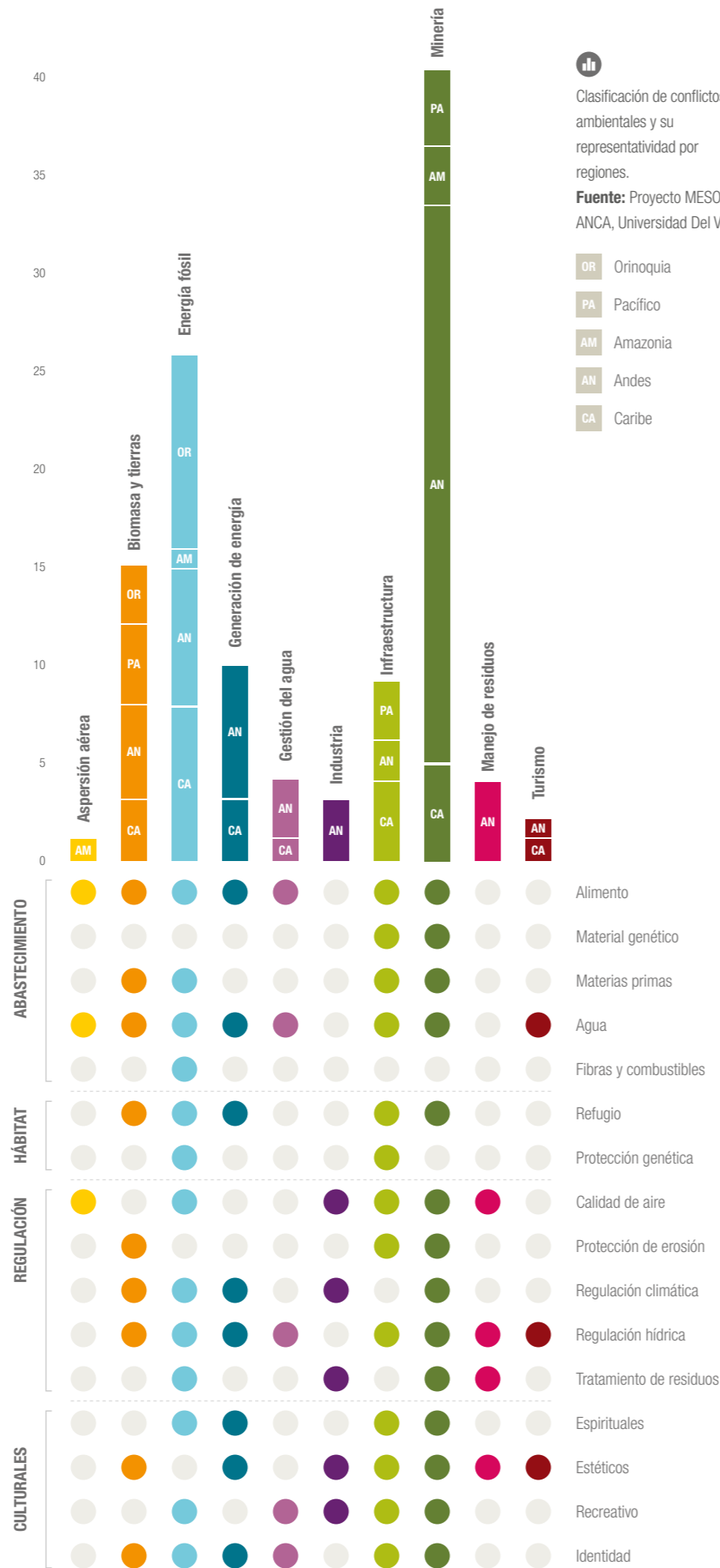
LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CONSTITUYEN LA BASE DEL BIENESTAR HUMANO. EN TAL MEDIDA, SUELEN SER VALORADOS BAJO DIFERENTES PERSPECTIVAS, CUYAS DISCREPANCIAS DAN LUGAR A CONFLICTOS AMBIENTALES E INCIDEN EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.

Según el *Atlas Mundial de Justicia Ambiental*¹, Colombia sirve de escenario a 115 conflictos ambientales significativos, que obedecen a desigualdades en el uso y en el acceso a recursos naturales y han visto un acelerado crecimiento a raíz de las decisiones políticas de las últimas décadas. Estas han promovido medidas –entre ellas la expansión de actividades productivas, tales como la explotación petrolífera y minera, y el cultivo de palma de aceite, y la implementación de políticas ambientales pasivas– que han sido determinantes en la gestión territorial del país².

La mayoría de conflictos están relacionados con la minería, principalmente de oro, la extracción y exploración de petróleo y carbón, y la extracción de biomasa (esta última se ha caracterizado por gestar disputas asociadas a monocultivos extensos, plantaciones forestales y una intensa explotación de bosques). En menor grado, pero altamente impactantes, se encuentran los proyectos de generación de energía, en particular las hidroeléctricas.

La expansión de las actividades y proyectos mencionados puede aumentar la vulnerabilidad social y ecosistémica. Prueba de ello es que territorios de gran riqueza en **servicios ecosistémicos**, tales como páramos, humedales y bosques, han sufrido altos grados de degradación. Según el Proyecto MESOCA-ANCA, de la Universidad del Valle, los recursos más afectados son el agua, el suelo y la biodiversidad, principalmente en ecosistemas acuáticos y en bosques.

Por otra parte, las comunidades campesinas, indígenas y afrodescendientes sufren el impacto de los megaproyectos en los servicios ecosistémicos³. Al ser excluidos del disfrute y del uso de los recursos naturales, de los cuales muchas veces depende su subsistencia, los miembros de estas comunidades ven afectados sus modos y medios de vida, sus redes sociales, sus estructuras cul-



Afectación de servicios ecosistémicos en escenarios de conflicto.
Fuente: Proyecto MESOCA-ANCA, Universidad del Valle.

Clasificación de conflictos ambientales y su representatividad por regiones.
Fuente: Proyecto MESOCA-ANCA, Universidad Del Valle.

- OR Orinoquia
- PA Pacífico
- AM Amazonia
- AN Andes
- CA Caribe



Durante las últimas décadas se ha dado un incremento de los conflictos ambientales en Colombia, muchos de los cuales tienen como elemento transversal servicios ecosistémicos, principalmente agua y alimento.

turales y sus derechos consuetudinarios sobre los bienes comunes⁴. El resultado es que se han gestado iniciativas para reivindicar el derecho a un ambiente sano, la conservación de la naturaleza y los valores éticos y estéticos propios de las comunidades y sus entornos naturales⁵. En algunos casos, las comunidades se han empoderado y han propiciado diálogos entre los diferentes actores de un conflicto. De hecho, en el 20% de los casos analizados, la comunidad ha logrado cancelar proyectos y obtener una devolución de bienes. Esto ha sido posible gracias a una adecuada gestión a la hora de capacitar a la población, democratizar la información y promover la creación de capital social. Parece indispensable, entonces, generar acuerdos entre los actores, con miras

a consolidar mecanismos de acción colectiva de cara a los conflictos. De lo contrario, estos se agudizarán por la falta de interacción social, de diálogo y de participación de la población local en las decisiones públicas⁶.

Biodiversidad y posconflicto

Territorios de paz

Carlos Tapia*, Sandra Liliana Mosquera* y Edwin Tamayo*

EN UN ESCENARIO DE POSACUERDO, LOS MUNICIPIOS PRIORIZADOS DEBEN SER PROTEGIDOS E INTERVENIDOS CON MIRAS A MANTENER SU INTEGRIDAD ECOLÓGICA Y SU CAPACIDAD DE BRINDARLE BENEFICIOS A LA SOCIEDAD A LARGO PLAZO.

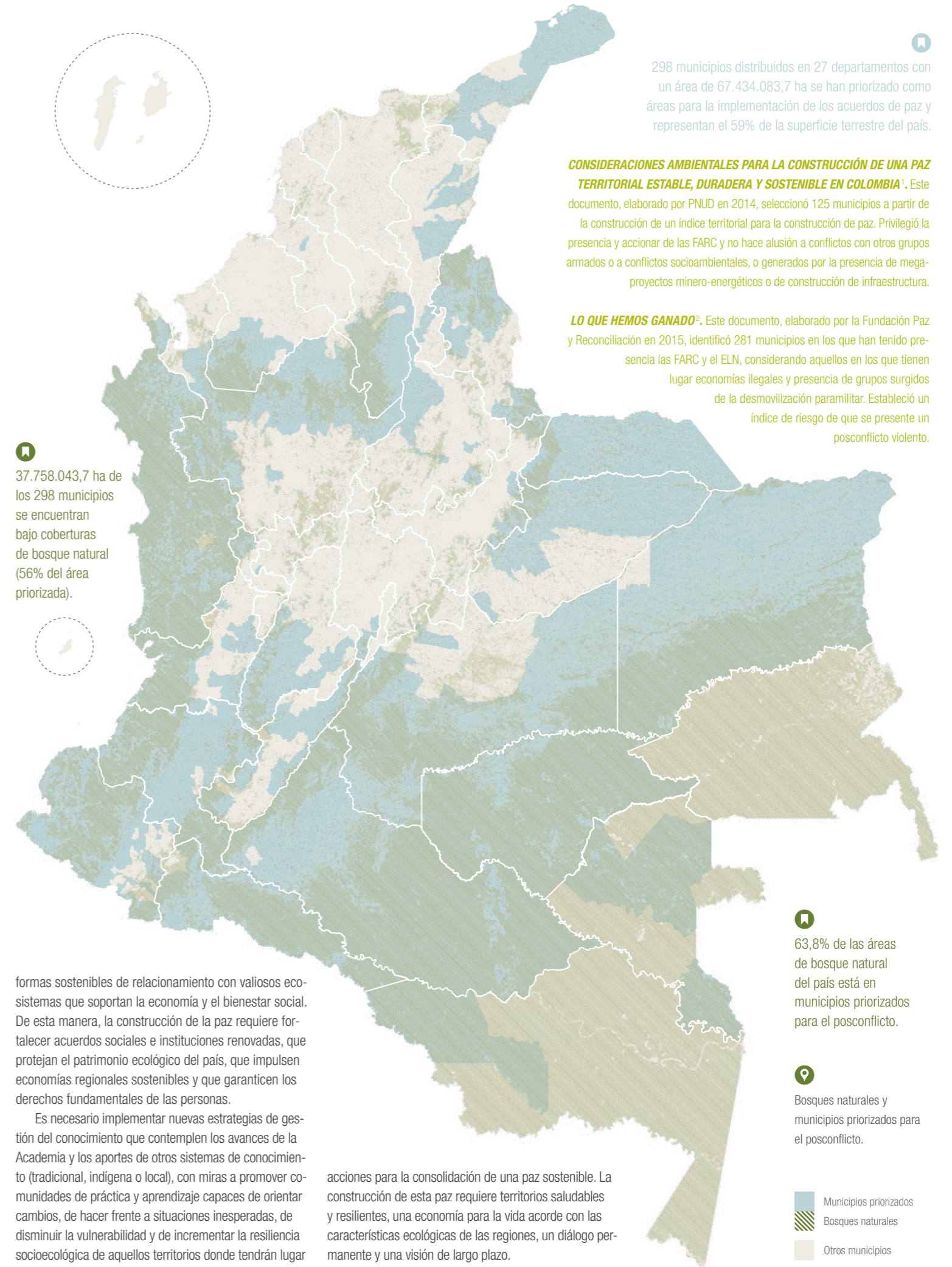
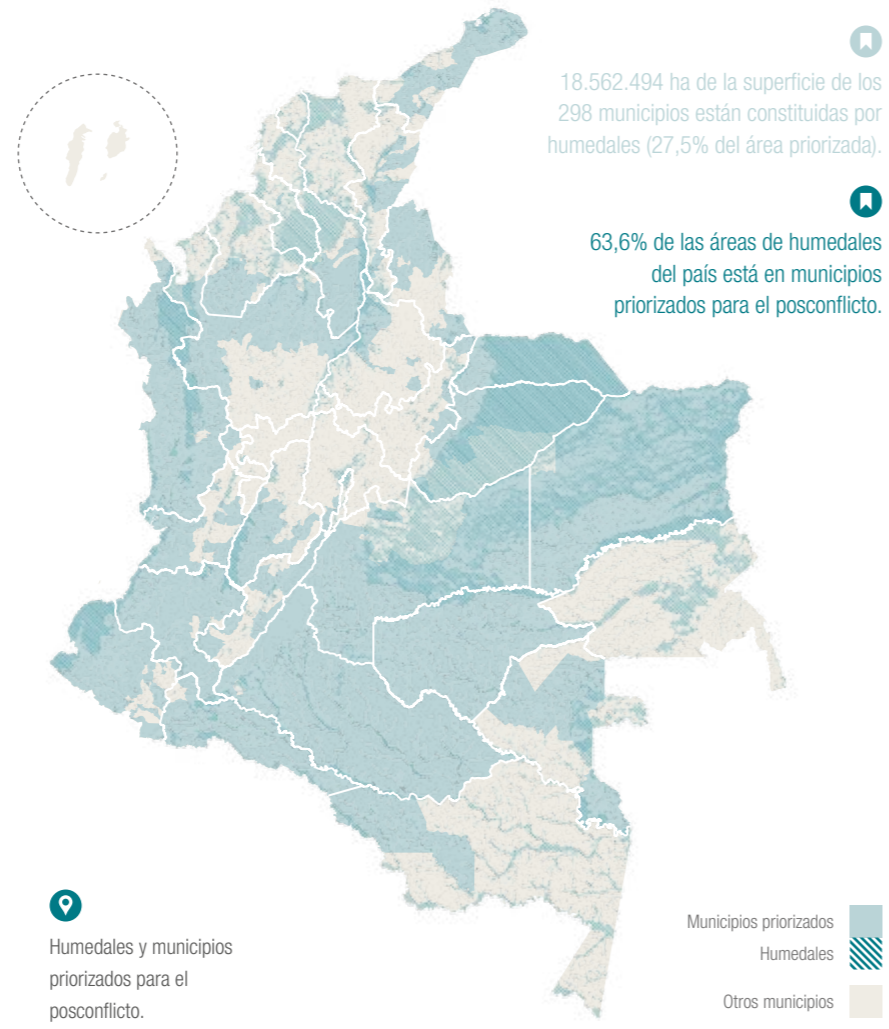
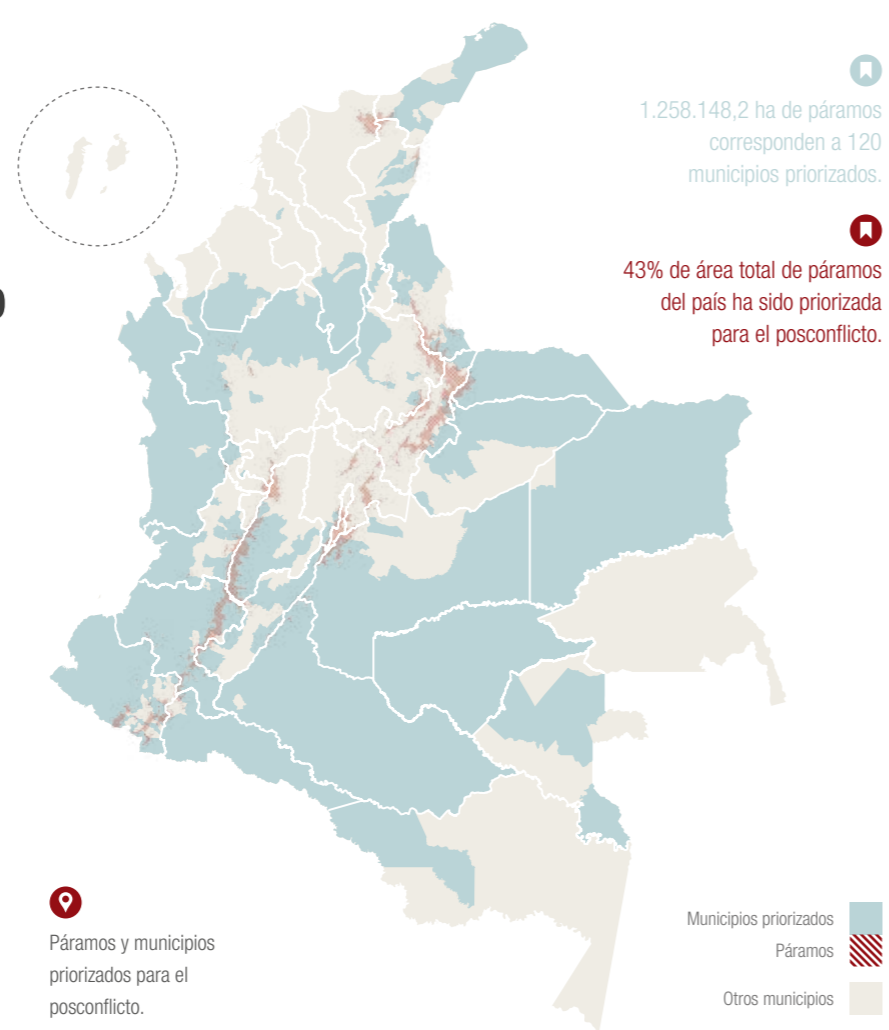
La firma de los acuerdos entre el Gobierno y la guerrilla de las FARC, que pretenden ponerle fin al conflicto armado, cambia significativamente tanto el contexto como las condiciones de manejo de una gran extensión del territorio nacional y sus valores de biodiversidad. Se les debe prestar especial atención a las zonas priorizadas en la implementación de acciones que consoliden los acuerdos y a aquellas áreas que puedan resultar afectadas por los cambios político-económicos que sobrevendrán durante el proceso de la consolidación de la paz.

A la fecha, no existe información oficial pública que precise las áreas prioritarias para el posconflicto. No obstante, existen algunas propuestas, tales como los documentos *Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia*, publicado a finales del 2014¹ y elaborado por el Sistema de las Naciones Unidas en Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y la Cooperación Alemana (GIZ), y *Lo que hemos ganado*, publicado en 2015 por la Fundación Paz y Reconciliación². La presente aproximación descriptiva consideró la totalidad de municipios citada en estas fuentes, es decir, 298 municipios, que fueron considerados como "priorizados" para efectos de este ejercicio y cuyas coberturas fueron objeto de un análisis exploratorio.

Debido a que la información oficial de registros biológicos no es homogénea, y a que existen zonas del país en donde el esfuerzo de captura de datos ha sido muy escaso, se decidió explorar los municipios priorizados con base en información de coberturas de bosques naturales y de ecosistemas de alto interés tales como los páramos y los humedales. Esta primera aproximación permite tener una idea preliminar de las condiciones de estos territorios y desarrollar hipótesis de trabajo que den lugar a indagaciones más detalladas y líneas de investigación futuras.

Los 298 municipios en cuestión poseen importantes áreas con cobertura de bosque natural, así como ecosistemas de páramos y humedales que deben ser protegidos e intervenidos si se desea mantener su integridad ecológica y su capacidad de brindar beneficios a la sociedad a largo plazo. En tal medida, las acciones que se lleven a cabo en estas áreas deben garantizar la conservación de las mismas, así como minimizar su vulnerabilidad y evitar su transformación. De lo contrario, esto implicaría un deterioro en la composición, estructura o función de los ecosistemas, resultado que tendría un impacto directo en las especies y en los servicios ecosistémicos que estas proveen.

La posibilidad de avanzar en la construcción de un país sin confrontación política armada abre la posibilidad de consolidar



formas sostenibles de relacionamiento con valiosos ecosistemas que soportan la economía y el bienestar social. De esta manera, la construcción de la paz requiere fortalecer acuerdos sociales e instituciones renovadas, que protejan el patrimonio ecológico del país, que impulsen economías regionales sostenibles y que garanticen los derechos fundamentales de las personas.

Es necesario implementar nuevas estrategias de gestión del conocimiento que contemplen los avances de la Academia y los aportes de otros sistemas de conocimiento (tradicional, indígena o local), con miras a promover comunidades de práctica y aprendizaje capaces de orientar cambios, de hacer frente a situaciones inesperadas, de disminuir la vulnerabilidad y de incrementar la resiliencia socioecológica de aquellos territorios donde tendrán lugar

acciones para la consolidación de una paz sostenible. La construcción de esta paz requiere territorios saludables y resilientes, una economía para la vida acorde con las características ecológicas de las regiones, un diálogo permanente y una visión de largo plazo.

405

Relaciones biodiversidad-agua-energía

Dilemas por el uso de energía hidroeléctrica

César Rojas^a, Diana Lara^a, John Jairo Ramírez^b y Magnolia Longo^c

LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA ES UN SERVICIO CLAVE EN EL DESARROLLO DEL PAÍS. NO OBSTANTE, LA INCLUSIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA PLANEACIÓN Y LA OPERACIÓN DE LOS PROYECTOS DE TAL NATURALEZA PODRÍA CONSOLIDAR LA COMPETITIVIDAD DE ESTE SECTOR.

Demanda por subzona hidrográfica y uso de agua en generación de energía eléctrica por área hidrográfica (millones de m³/año).

Fuente: Ideam (2015).



TENSIONES TERRITORIALES POR EL USO ENERGÉTICO DEL PAÍS.

Los embalses destinados a la generación de energía eléctrica¹ ocupan cerca de 770 km². 78% de los proyectos hidroeléctricos se concentra en Magdalena-Cauca, área con la mayor actividad económica y asentamientos humanos en el país, lo que repercute en la transformación de sus ecosistemas naturales². La operación y expansión del sector representa un desafío para la gestión técnica, social y ambiental.

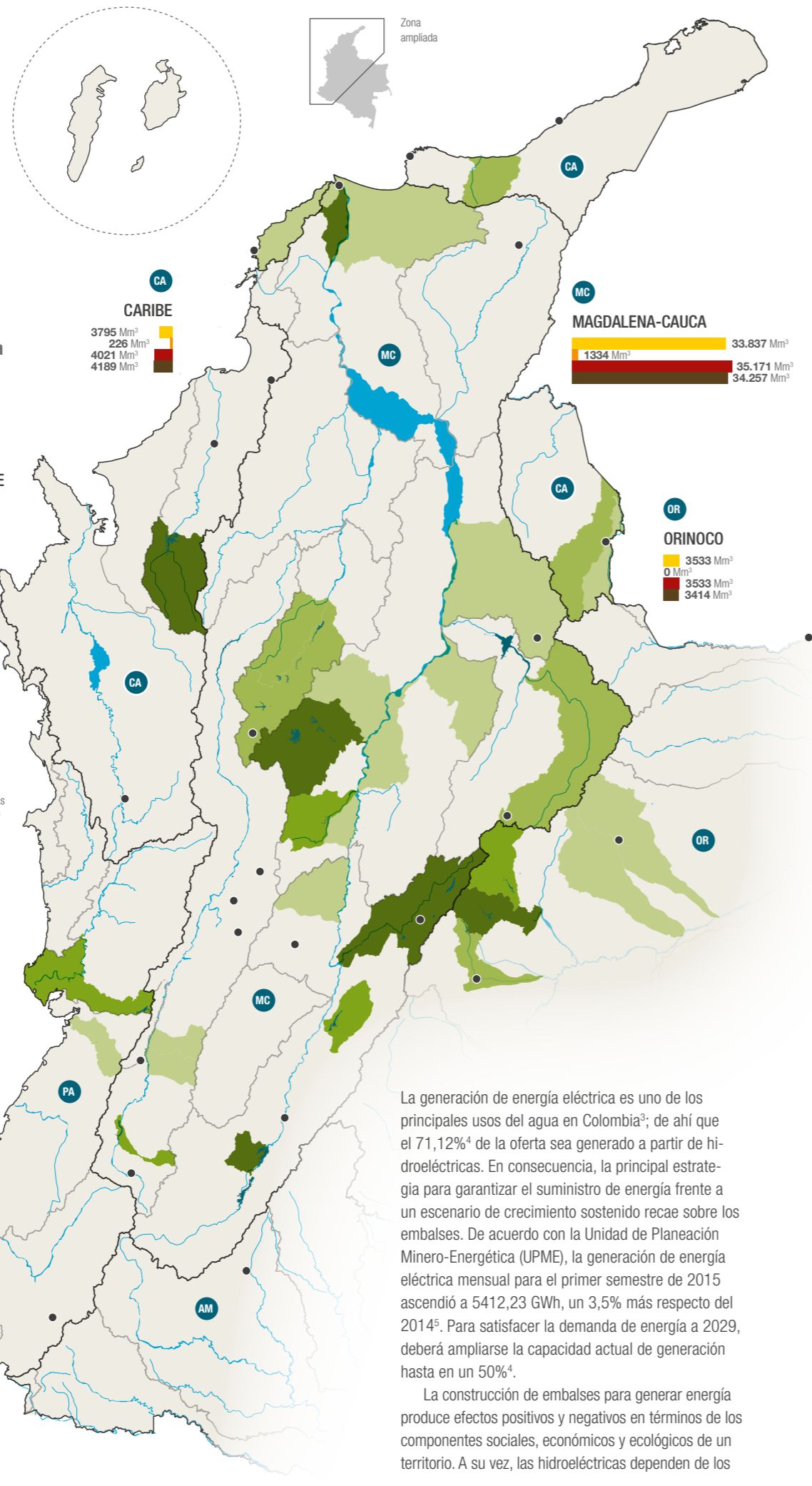
La generación de energía eléctrica es uno de los principales usos del agua en Colombia³; de ahí que el 71,12%⁴ de la oferta sea generado a partir de hidroeléctricas. En consecuencia, la principal estrategia para garantizar el suministro de energía frente a un escenario de crecimiento sostenido recae sobre los embalses. De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), la generación de energía eléctrica mensual para el primer semestre de 2015 ascendió a 5412,23 GWh, un 3,5% más respecto del 2014⁵. Para satisfacer la demanda de energía a 2029, deberá ampliarse la capacidad actual de generación hasta en un 50%⁴.

La construcción de embalses para generar energía produce efectos positivos y negativos en términos de los componentes sociales, económicos y ecológicos de un territorio. A su vez, las hidroeléctricas dependen de los

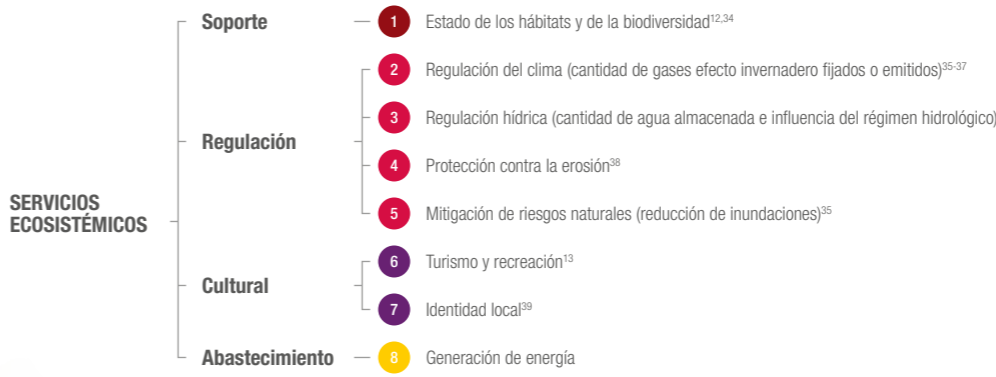
servicios que las cuencas proveen, tales como el abastecimiento de agua, el control de la erosión y la sedimentación, y la protección del suelo, entre otros⁷⁻¹¹. Las comunidades bióticas, tanto de los ecosistemas terrestres y acuáticos que son inundados como de los territorios aledaños, presentan cambios en su composición, estructura y funcionalidad. Por tal razón, la construcción de hidroeléctricas ha sido asociada al cambio y la disminución de los **servicios ecosistémicos** en el área puntualmente afectada, la alteración de la dinámica de la cuenca y el deterioro ambiental: deforestación, alteración del ciclo hidrológico, modificación o pérdida de hábitats, disminución de la oferta de recursos hidrobiológicos^{7,12-14}, sin contar los efectos directos de la operación. No obstante, también se generan procesos positivos como la disminución de la descarga de sedimentos, la

creación de nuevos hábitats y el control de inundaciones (dinámica de flujo y pulso derivado de la construcción de la represa)¹⁵. Los costos ambientales producto de la generación de energía eléctrica se han estimado parcialmente en términos económicos hasta por 587 pesos/MWh, considerando algunas externalidades de las fases de operación y construcción¹⁶. En contraste, los beneficios que prestan las cuencas (calidad del agua), le representan al sector un ahorro aproximado a 0,059 billones de COP/año¹⁷. Por ello, la provisión de agua de óptima calidad, por ejemplo, aquella generada en las áreas de parques nacionales, asegura hasta el 50% la demanda del sector¹⁸. En definitiva, para garantizar la sostenibilidad y la competitividad del sector se deben armonizar aquellos usos del territorio que incluyan la gestión de la biodiversidad de manera oportuna¹⁹⁻²³. Del mismo modo,

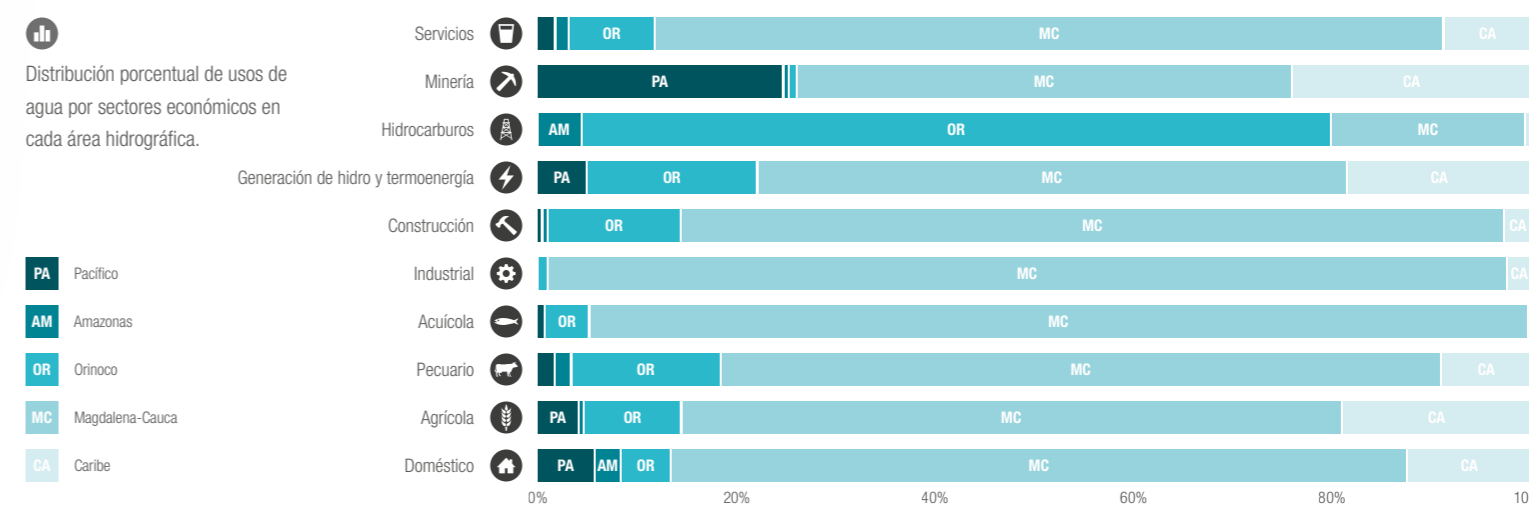
es indispensable desarrollar una planificación sectorial y ambiental estratégica para el manejo integral de la cuenca, que garantice la continuidad de los servicios ecosistémicos²⁴⁻²⁶. Para tal efecto, deben considerarse tanto los costos ambientales generados por la inclusión de una hidroeléctrica como los beneficios obtenidos, es decir, se debe incorporar la biodiversidad a la luz de inventarios juiciosos, prácticas oportunas de mitigación de impactos negativos (desde la construcción hasta la operación) y actividades de monitoreo de largo plazo en áreas intervenidas y aledañas²⁷⁻²⁹. Esto presentaría al sector hidroeléctrico como un actor comprometido con el liderazgo y la propuesta de acciones de compensación, a través de procesos de **restauración**, rehabilitación, generación de información y conservación de procesos ecosistémicos en las áreas bajo la influencia de las represas³⁰⁻³³.



Multifuncionalidad de un ecosistema natural frente a la intervención por proyectos de generación hidroeléctrica.



SERVICIOS ECOSISTÉMICOS E HIDROELÉCTRICAS. Desde su fase de construcción hasta la de funcionamiento, los proyectos hidroeléctricos generan compromisos ambientales, por los cambios en el uso del suelo y efectos en las cuencas media y baja, ya que las modificaciones de los caudales repercuten en la cantidad y calidad de los servicios. Si bien los embalses se convierten en sitios turísticos y recreativos, regulan caudales y controlan inundaciones, disminuyen la calidad del agua y aumentan la erosión aguas abajo. Esto genera una relación de costo-beneficio entre los impactos generados y los beneficios adquiridos. Se debe encontrar un balance para lograr una adecuada gestión de los impactos acumulativos a nivel de cuencas.



406

Territorios colectivos y biodiversidad

Diversidad biológica y cultural

Sandra Liliana Mosquera^a, Carlos Tapia^a y Edwin Tamayo^a

Los territorios colectivos cubren el 33,6% del territorio nacional (38.488.804,8 ha).



LOS TERRITORIOS RECONOCIDOS LEGALMENTE, CUYA TITULARIDAD REPOSA EN MANOS DE PUEBLOS INDÍGENAS, COMUNIDADES NEGRAS Y CAMPESINAS, CUBREN EL 33,6% DE LA SUPERFICIE TERRESTRE DEL PAÍS. SUS FORMAS PROPIAS DE ORGANIZACIÓN Y DE GOBERNANZA DEBEN ARTICULARSE CON OTRAS INSTITUCIONES Y ENTIDADES DEL GOBIERNO A PARTIR DE UN DIÁLOGO INTERCULTURAL PERMANENTE, QUE GARANTICE UNA ADECUADA GESTIÓN DE SU RIQUEZA BIOLÓGICA Y CULTURAL.

Los territorios colectivos en el país son figuras legales mediante las cuales se les reconoce la titularidad de tierras a pueblos indígenas, comunidades negras y campesinas, bajo la forma de Resguardos Indígenas, Tierras de Comunidades Negras y Zonas de Reserva

Campesina, respectivamente. Las zonas designadas como territorios colectivos se caracterizan porque poseen una gran diversidad biológica e incluyen, entre otras, importantes superficies de páramos, humedales y coberturas de bosques naturales.

4.034.778 ha de bosques presentes en Comunidades Negras, 21.182.363 ha en Resguardos Indígenas y 309.772 ha en Zonas de Reserva Campesina.

Bosques naturales y territorios colectivos.

- Resguardos Indígenas
- Territorios de Comunidades Negras
- Zonas de Reserva Campesina
- Bosques

RESGUARDOS INDÍGENAS

696 resguardos en 28 departamentos

32.022.970 ha*

- Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada
- Decreto 2164 de 1995
- Planes de vida y planes de salvaguarda

CONSEJOS COMUNITARIOS DE COMUNIDADES NEGRAS

181 consejos en el Chocó Biogeográfico, Antioquia y el Caribe

5.502.002 ha*

- Chocó, Nariño y Valle del Cauca
- Decreto 1745 de 1995
- Planes de manejo de comunidades negras y reglamentos internos

ZONAS DE RESERVA CAMPESINA

6 zonas* en Antioquia, Bolívar, Caquetá, Cundinamarca, Guaviare y Putumayo

851.010 ha*

- Decreto 1777 de 1996
- Planes de desarrollo sostenible establecidos por los consejos municipales

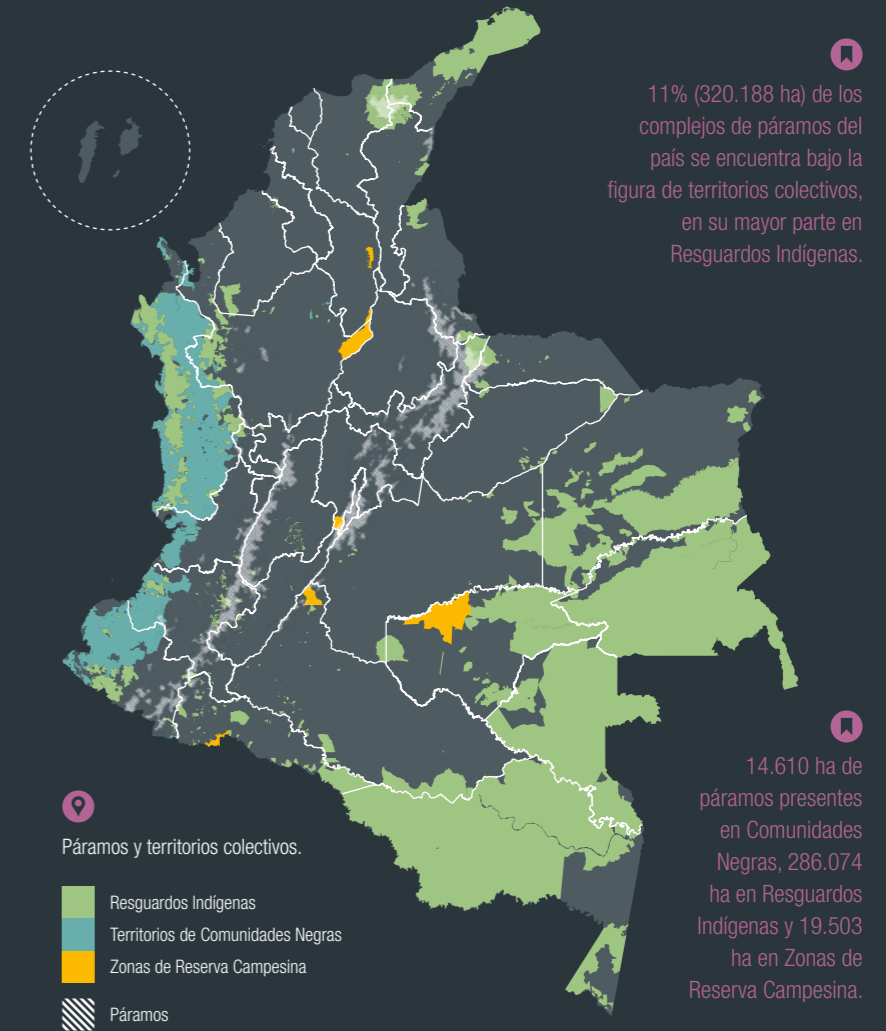
No son títulos de propiedad colectiva sino que están dadas en Unidades Agrícolas Familiares.

- Departamentos con mayor área titulada
- Decreto
- Herramienta de ordenamiento

Fuente: * Incoder (2015). Para el cálculo de esta información no se tuvieron en cuenta las solicitudes de ampliación en proceso actualmente.

La protección y el manejo sostenible de estos valores de biodiversidad no pueden garantizarse sin la activa participación de los titulares de estas áreas o sin el pleno respeto de sus derechos políticos y culturales. En tal medida, el reconocimiento que la ley colombiana hace de estas formas de propiedad colectiva implica, así mismo, el reconocimiento de las formas propias de manejo territorial por parte de sus titulares y de su relativa autonomía para definir Planes de Vida, Planes de Manejo de Comunidades Negras y Planes de Desarrollo Sostenible acordes con su identidad cultural y con sus formas locales y consuetudinarias de producción y relacionamiento con el medio biofísico. Los sistemas de manejo y de gobierno propios de estos territorios, al igual que los variados arreglos y articulaciones que estos sistemas establecen con las autoridades e instituciones formales de gobiernos centrales, regionales y municipales, son importantes fuentes para la innovación en la gobernanza adaptativa del territorio y para la gestión integral de la biodiversidad¹.

Las múltiples maneras como las comunidades étnicas y rurales presentes en diversos contextos geográficos del país protegen y manejan estos territorios colectivos los convierten en escenarios fundamentales para enriquecer la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Del mismo modo, los territorios colectivos son fuentes de aprendizaje permanente sobre formas de uso y apropiación de la biodiversidad. Finalmente, las estrategias de adaptación a dinámicas ecológicas estacionales brindan conocimientos que son de interés nacional e internacional de cara a los nuevos retos que plantea el cambio ambiental global.

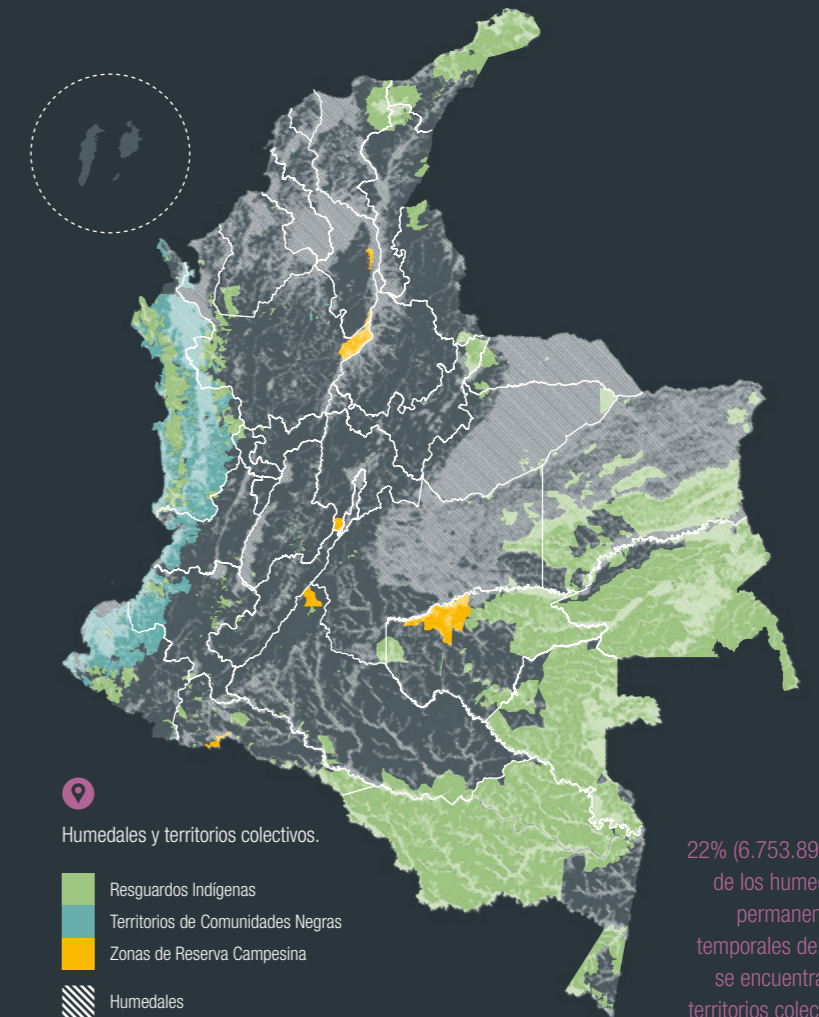


11% (320.188 ha) de los complejos de páramos del país se encuentra bajo la figura de territorios colectivos, en su mayor parte en Resguardos Indígenas.

Páramos y territorios colectivos.

- Resguardos Indígenas
- Territorios de Comunidades Negras
- Zonas de Reserva Campesina
- Páramos

14.610 ha de páramos presentes en Comunidades Negras, 286.074 ha en Resguardos Indígenas y 19.503 ha en Zonas de Reserva Campesina.



Humedales y territorios colectivos.

- Resguardos Indígenas
- Territorios de Comunidades Negras
- Zonas de Reserva Campesina
- Humedales

22% (6.753.893 ha) de los humedales permanentes y temporales del país se encuentran en territorios colectivos.



Versión en línea
reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap4/406

Ficha relacionada en BIODIVERSIDAD 2014
 307

Temáticas
 Territorios colectivos | Páramos | Humedales | Bosques

Institución: a. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

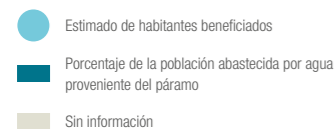




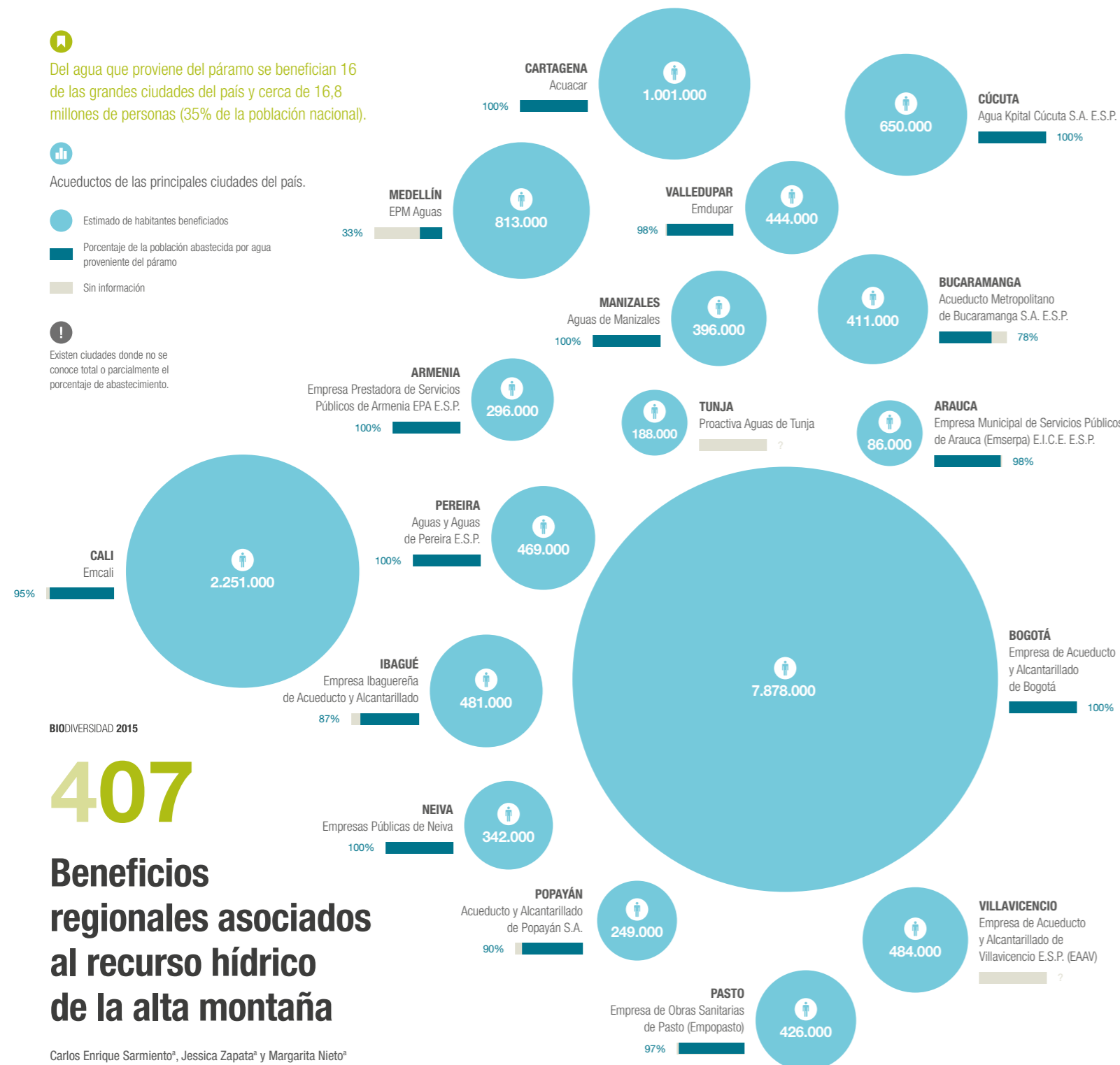
Del agua que proviene del páramo se benefician 16 de las grandes ciudades del país y cerca de 16,8 millones de personas (35% de la población nacional).



Acueductos de las principales ciudades del país.



Existen ciudades donde no se conoce total o parcialmente el porcentaje de abastecimiento.



BIODIVERSIDAD 2015

407

Beneficios regionales asociados al recurso hídrico de la alta montaña

Carlos Enrique Sarmiento^a, Jessica Zapata^a y Margarita Nieto^a

LA GESTIÓN DE LOS PÁRAMOS DEBE CONSIDERAR LOS BENEFICIARIOS DEL AGUA DEL PÁRAMO Y LA DINÁMICA DE SUS SERVICIOS HÍDRICOS. DE ESTA FORMA SE PODRÁN VISIBILIZAR ESCENARIOS DE CORRESPONSABILIDAD Y ORIENTAR LAS DECISIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS, CON LOS ACTORES INVOLUCRADOS Y DE ACUERDO A CADA CONTEXTO.

Los ecosistemas contribuyen, directa e indirectamente, al bienestar del ser humano gracias a los bienes y servicios que prestan¹ pues son esenciales para el desarrollo de actividades sociales y económicas. En particular, los ecosistemas de **alta montaña** proveen **servicios eco-**

sistémicos a nivel local y regional, tales como la provisión de agua, alimentos y madera, entre otros. A su vez, desempeñan un papel fundamental en términos de la **regulación hídrica** y climática, y en procesos como el ciclo de nutrientes y la **polinización**, al tiempo que ofrecen servicios de tipo cultural².

Los más importantes sistemas fluviales de los países andinos septentrionales nacen en el páramo, por lo que existe una fuerte dependencia del sector agropecuario para el riego, de las comunidades para el consumo doméstico y del sector industrial para la generación hidroeléctrica³. En Colombia, la compleja red hídrica que nace en los páramos da origen a ríos tan importantes como Magdalena, Cauca, Meta, Guaviare, Putumayo, Atrato, Patía, Ranchería, Catatumbo y Sinú.

La capacidad de la alta montaña para regular el agua está determinada, entre otras características, por su topografía, que permite la formación de gran cantidad de pantanos y lagunas en sus territorios; y por suelos dotados con un alto contenido de materia orgánica y con una estructura porosa, que les confiere una extraordinaria capacidad de almacenamiento de agua⁴. En Colombia, se estima que la producción de agua de alta montaña (>2744 m s.n.m.) es de 66,5 km³/año, cantidad que corresponde a un 3% del volumen total anual de precipitación del país⁵. Tales valores, sin embargo, desconocen la cifra de agua captada por lluvia horizontal y contienen errores de subestimación implícitos, dada la baja densidad de estaciones hidrometeorológicas ubicadas en la alta montaña.



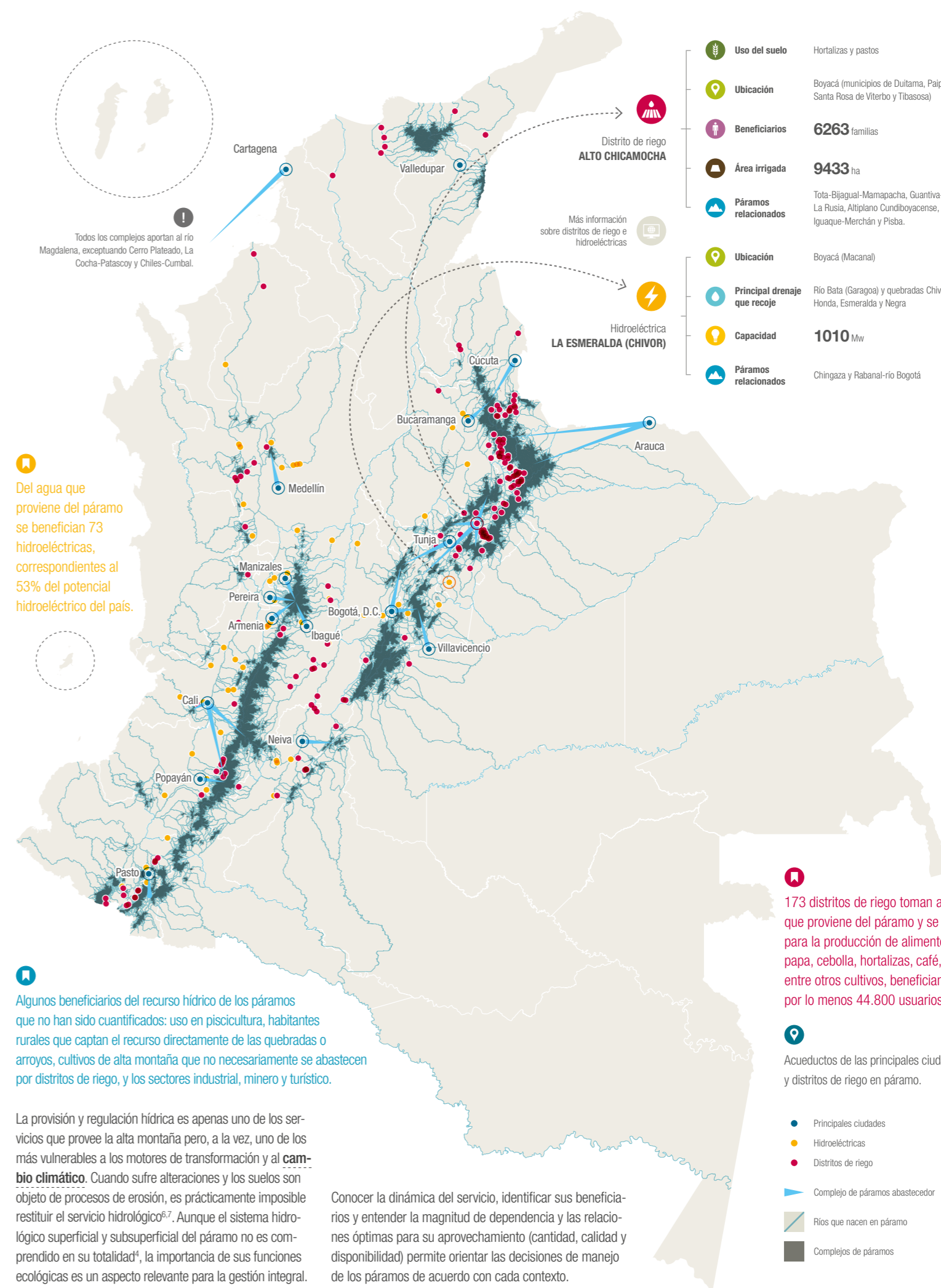
Del agua que proviene del páramo se benefician 73 hidroeléctricas, correspondientes al 53% del potencial hidroeléctrico del país.



Algunos beneficiarios del recurso hídrico de los páramos que no han sido cuantificados: uso en piscicultura, habitantes rurales que captan el recurso directamente de las quebradas o arroyos, cultivos de alta montaña que no necesariamente se abastecen por distritos de riego, y los sectores industrial, minero y turístico.

La provisión y regulación hídrica es apenas uno de los servicios que provee la alta montaña pero, a la vez, uno de los más vulnerables a los motores de transformación y al **cambio climático**. Cuando sufre alteraciones y los suelos son objeto de procesos de erosión, es prácticamente imposible restituir el servicio hidrológico^{6,7}. Aunque el sistema hidrológico superficial y subsuperficial del páramo no es comprendido en su totalidad⁴, la importancia de sus funciones ecológicas es un aspecto relevante para la gestión integral.

Conocer la dinámica del servicio, identificar sus beneficiarios y entender la magnitud de dependencia y las relaciones óptimas para su aprovechamiento (cantidad, calidad y disponibilidad) permite orientar las decisiones de manejo de los páramos de acuerdo con cada contexto.



- Uso del suelo**: Hortalizas y pastos
- Ubicación**: Boyacá (municipios de Duitama, Paipa, Santa Rosa de Viterbo y Tibasosa)
- Beneficiarios**: 6263 familias
- Área irrigada**: 9433 ha
- Páramos relacionados**: Tota-Bijagal-Mamapacha, Guantiva-La Rusia, Altiplano Cundiboyacense, Iguaque-Merchán y Pisba.
- Ubicación**: Boyacá (Macanal)
- Principal drenaje que recoge**: Río Bata (Garagoa) y quebradas Chivor, Honda, Esmeralda y Negra
- Capacidad**: 1010 Mw
- Páramos relacionados**: Chingaza y Rabanal-río Bogotá

173 distritos de riego toman agua que proviene del páramo y se usa para la producción de alimentos como papa, cebolla, hortalizas, café, arroz, entre otros cultivos, beneficiando a por lo menos 44.800 usuarios.

Acueductos de las principales ciudades y distritos de riego en páramo.

- Principales ciudades
- Hidroeléctricas
- Distritos de riego
- Complejo de páramos abastecedor
- Ríos que nacen en páramo
- Complejos de páramos

408

Caracterización de servicios ecosistémicos en una zona del piedemonte orinoquense

Una mirada local de biodiversidad y bienestar

Talía Waldrón^a, Julián Díaz-Timoté^a, Juan Camilo González Vargas^a, María Isabel Vieira Muñoz^a, Carolina Mora-Fernández^a y María Pinzón^b

EL ESTADO ACTUAL DEL PIEDEMORTE ORINOQUENSE ES EL RESULTADO DE UNA LARGA HISTORIA DE OCUPACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE SUS ECOSISTEMAS. SU GESTIÓN PLANTEA UN RETO EN LA BÚSQUEDA DE LA SOSTENIBILIDAD Y DE LA ADAPTACIÓN A LOS CAMBIOS GLOBALES Y REGIONALES.

Ubicación del área de estudio y las zonas priorizadas.

Zonas priorizadas
Oleoducto Bicentenario

Coberturas de la tierra
Territorios artificializados
Territorios agrícolas
Bosques y áreas seminaturales
Áreas húmedas
Superficies de agua



¿Qué necesita un llanero para vivir bien?, ¿cuáles recursos naturales son necesarios en su día a día?, ¿cuáles son las consecuencias de su uso para la conservación?

Río Casanare en las veredas de San Joaquín y San Salvador (Tame, Arauca)

El piedemonte orinoquense es testimonio de las rápidas transiciones económicas, políticas y sociales que ha atravesado recientemente Colombia. El suelo en los ecosistemas de sabana y piedemonte, en general, ha pasado de ser usado para una ganadería predominantemente extensiva a ser usado para una más intensiva. Además, ha sido objeto de transformaciones promovidas por la expansión de la frontera agrícola y la construcción de infraestructuras, entre otros fenómenos^{1,2,3}. Dichos impulsores de cambio han modificado el uso de los recursos y la dinámica de las poblaciones alrededor de los mismos, generando así procesos de crecimiento económico regional⁴ que siguen directrices externas. En tal medida, el reto en la gestión de este socioecosistema en constante cambio consiste en reconocer las

dinámicas climáticas extremas propias de la región y en convocar la participación activa de todos los actores involucrados. Estos deben contribuir con la planeación, la ejecución y el seguimiento de procesos de gestión del territorio, y concebir dicha gestión como la base fundamental de un adecuado manejo y mantenimiento tanto de la biodiversidad como de los **servicios ecosistémicos** que de ella se derivan.

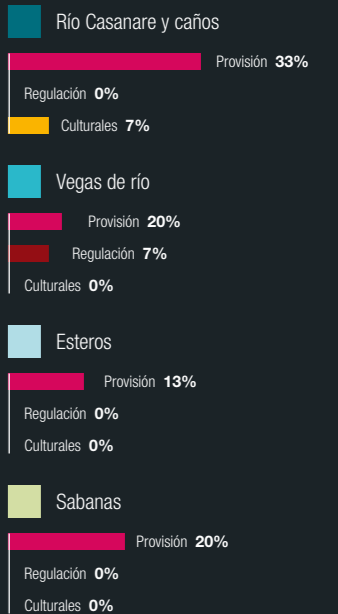
Se hace necesaria, entonces, "la vinculación de los actores comunitarios, los indígenas, llaneros criollos, nuevos llaneros, y grupos vulnerables para la construcción de propuestas de desarrollo que contribuyan a la consolidación de procesos sostenibles, equitativos e incluyentes"⁴. Así, se parte de la premisa de que los servicios ecosistémicos⁵ a escala local constituyen una

ruta fértil para entender el relacionamiento entre las comunidades y su entorno.

El proyecto "Conservación de especies amenazadas en el área de influencia del Oleoducto Bicentenario" tiene como objetivo realizar un diagnóstico social y ecológico integrado en el territorio. Para tal efecto, identifica los principales servicios, con miras a establecer lineamientos de gestión enmarcados en la propuesta de la Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (VIBSE)⁶. La exploración de conceptos como bienestar, territorio y conservación, junto con el estudio de la relación existente entre el quehacer diario y el mantenimiento de la calidad de los recursos naturales, permitió consolidar un proceso de construcción compartida del conocimiento con varias comunidades en seis municipios de Arauca y Casanare.



Porcentaje de servicios ecosistémicos en los lugares de uso identificados por los habitantes de las veredas de San Joaquín y San Salvador (Tame, Arauca).



Percepción de los habitantes de las veredas de San Joaquín y San Salvador (en Tame, Arauca) sobre los beneficios asociados a lugares de uso y la interpretación dentro de la propuesta de servicios ecosistémicos según la VIBSE⁶.

Servicios Ecosistémicos

- SERVICIOS DE PROVISIÓN
- SERVICIOS DE REGULACIÓN
- SERVICIOS CULTURALES

Beneficio identificado por los habitantes

- Comercio
- Alimentación
- Combustible
- Prevención de inundaciones
- Recreación, turismo y transporte

Percepción de los habitantes de las veredas

- Cultivos (plátano, arroz)
- Ganadería
- Caza y pesca
- Madera
- Riego
- Hidratación, abrevadero
- Turismo
- Cultivos de pancoger (yuca, maíz, plátano, papaya)
- Ganadería
- Caza y pesca
- Riego
- Hidratación, abrevadero
- Madera (leña)
- Prevención de inundaciones
- Recreación, turismo y transporte

LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON EL TERRITORIO. La comunidad de las veredas San Salvador y San Joaquín en Tame, Arauca, identificó los lugares de uso y actividades claves para su quehacer diario, que definen su bienestar y que a su vez son entendidos como servicios (homologados con la VIBSE)⁶. Se reconocieron para cada lugar de uso (río Casanare, esteros, vegas de río, sabanas y caños) 15 actividades clasificadas como servicios ecosistémicos. El río y los caños son los lugares de uso que mayor cantidad de actividades presentan.

Si bien la comunidad destaca la importancia del "trabajo de llano" y la ganadería en su identidad, buena parte de la

población se identifica como "vegadero". Así, se considera al río y sus vegas como el principal espacio de vida en donde es posible producir los elementos básicos para el bienestar y alrededor del cual se tejen sus relaciones sociales y el manejo de los ecosistemas.

Los habitantes de estas veredas han experimentado grandes cambios en su estructura económica y organizativa en los últimos 30 años. Inicialmente, su economía de subsistencia se centraba en la caza, la pesca, la ganadería en sabanas comunales y en el comercio de sal por medio de un banco comunitario. La sal era transportada y vendida a lo

go de los ríos, de forma que estos eran un lugar de encuentro para la comunidad. En 1990, luego de la construcción de la carretera que comunica a Arauca con el sur del país, se dio paso al comercio de otros productos como la carne de monte y los peces, modificando el uso de estos recursos. Entre 2002 y 2005 las dinámicas sociales, económicas y culturales fueron determinadas por el recrudecimiento del conflicto armado, reconfigurando las relaciones de poder y acceso a los servicios ecosistémicos y rompiendo los lazos comunitarios, de solidaridad y reciprocidad existentes, y obligando a muchos habitantes a abandonar sus tierras.



409

Los humedales y el bienestar humano

Indicadores de pobreza

Eduardo Andrés Cadena-Marin* y Jimena Cortés-Duque*

TODAS LAS ACCIONES ENCAMINADAS A PREVENIR LA PÉRDIDA DE ÁREAS DE HUMEDAL Y A PROMOVER SU CONSERVACIÓN Y ESTUDIO CONTRIBUIRÁN A GARANTIZAR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS VITALES. ASÍ MISMO, AYUDARÁN A MITIGAR LAS CONDICIONES DE POBREZA PRESENTES EN LAS COMUNIDADES MÁS DEPENDIENTES DE ESTOS ECOSISTEMAS.

La disminución de los medios de subsistencia y el aumento de la pobreza, particularmente de los sectores más vulnerables de la sociedad, es, en buena parte, resultado de la degradación de los ecosistemas, entre ellos los de humedal¹. Las dinámicas hídricas de estos ecosistemas determinan, en la mayoría de los casos, las actividades económicas de las regiones. Tal dependencia es especialmente evidente en humedales de países en continua transformación, donde la progresiva extracción de los recursos naturales agudiza las condiciones de pobreza².

Los humedales posibilitan relaciones vitales, dinámicas e interdependientes que surgen entre el ecosistema y la gente que lo habita, las mismas que les permiten funcionar como una sola unidad³. Así, el **bienestar** de las comunidades asociadas con los humedales depende directamente de las condiciones ecológicas del mismo, de sus niveles de degradación y de las garantías sociales de su conservación⁴.

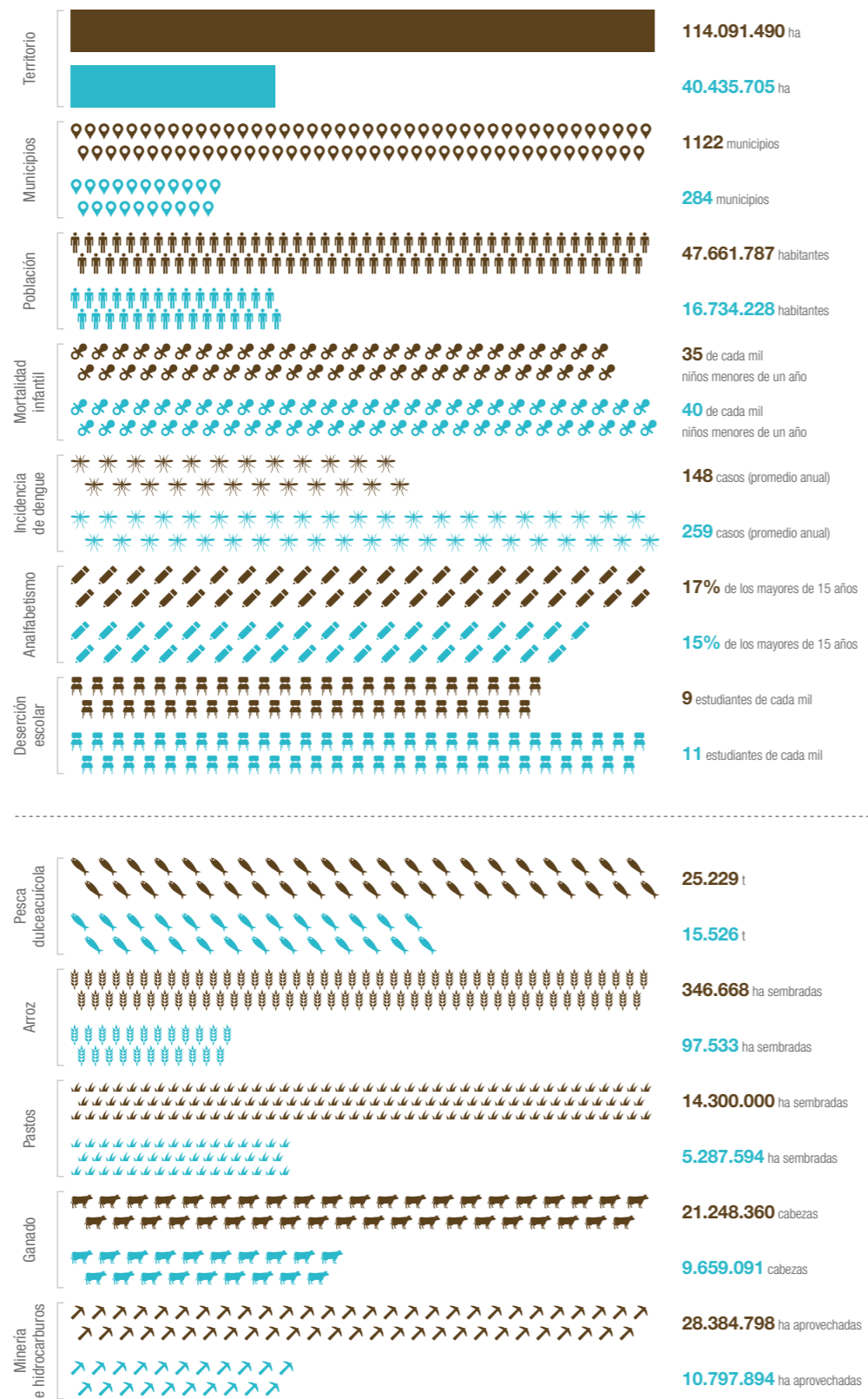
Los bienes y **servicios** que el humedal provee les permiten a las comunidades recibir numerosos beneficios que preservan su modo de vida, tales como la pesca, la agricultura, la vivienda y la cultura, entre otros. Estos mismos beneficios aportan al sustento, al desarrollo y al bienestar a escalas local, regional y nacional⁵.

Según el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)⁶, el 62% de la población colombiana se encuentra en situación de pobreza o miseria, condiciones ligadas con el desarrollo y el bienestar. En los municipios con 30% o más de su territorio en área de humedal¹ donde viven cerca de 16 millones de personas, este mismo índice llega a 75%. Estos 284 municipios tienen como principales actividades económicas la pesca, la agricultura, la ganadería y la minería, es decir, su base productiva está relacionada con el sector primario de la economía, el cual aporta el 35% del Producto Interno Bruto (PIB)⁶. Pero, al mismo tiempo, dichos municipios presentan las mayores tasas de analfabetismo



Principales variables de bienestar y actividades económicas.

Fuente: ANH (2013), ANLA (2013), AUNAP (2013) y DANE (2005).



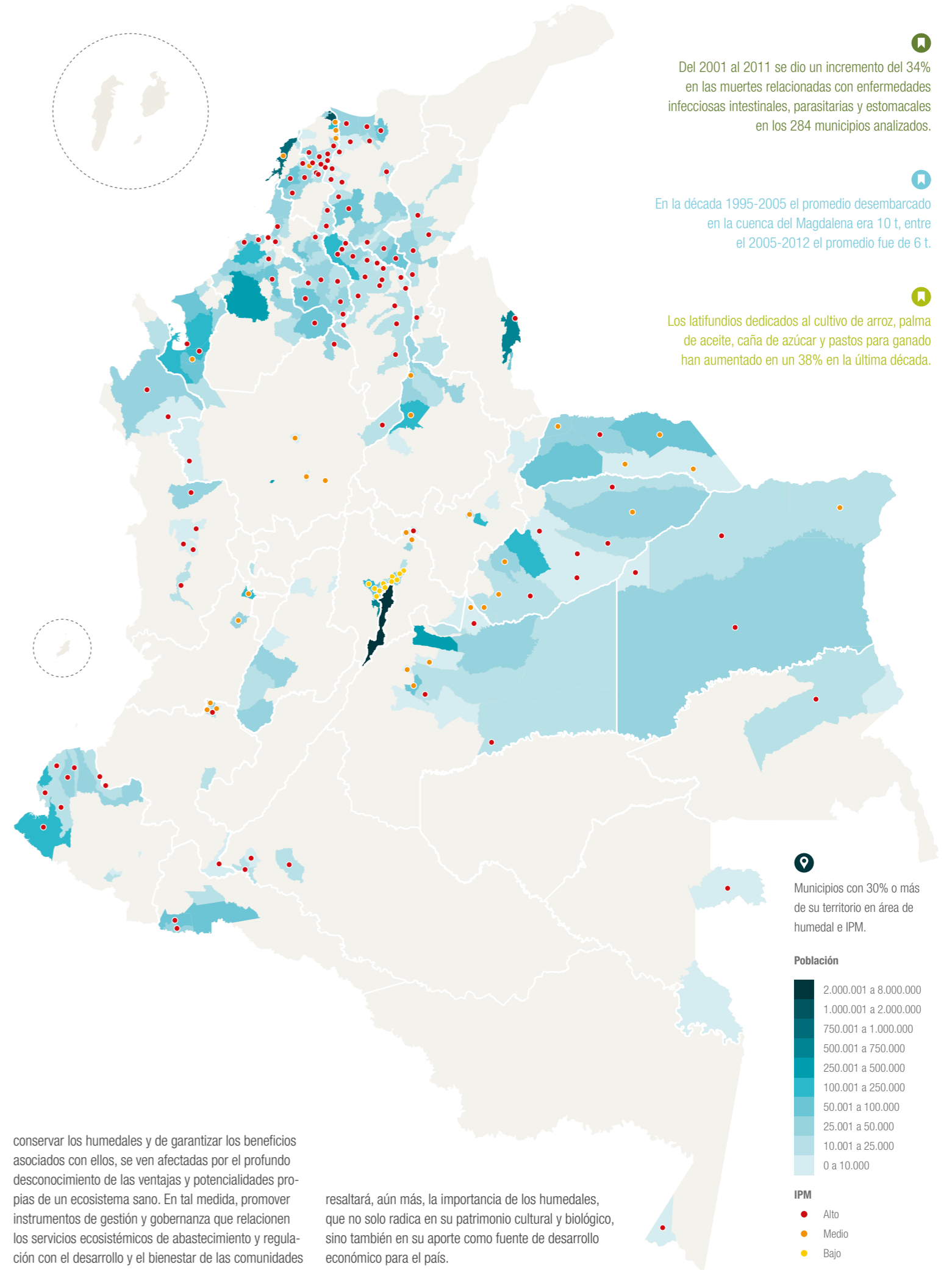
y deserción escolar, una alta incidencia de paludismo, gastroenteritis y dengue, y una alta mortalidad infantil.

Tales condiciones podrían estar relacionadas directamente con factores como la degradación de los ecosistemas de humedal, el aumento de enfermedades por pérdida de calidad del recurso hídrico, la disminución de la pesca, el aumento de los índices de desnutrición, la

sedimentación, la pérdida de biodiversidad, los cambios en el ciclo hidrológico, la sobreexplotación de recursos y el cambio en los usos del suelo, todas las cuales afectan directa o indirectamente la oferta de servicios culturales, de abastecimiento y de regulación del ecosistema.

La calidad de vida de estas poblaciones, así como su capacidad de respuesta frente a la necesidad de

Nacional
Municipios con 30% o más de su territorio en área de humedal

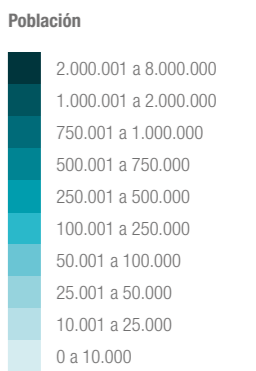


Del 2001 al 2011 se dio un incremento del 34% en las muertes relacionadas con enfermedades infecciosas intestinales, parasitarias y estomacales en los 284 municipios analizados.

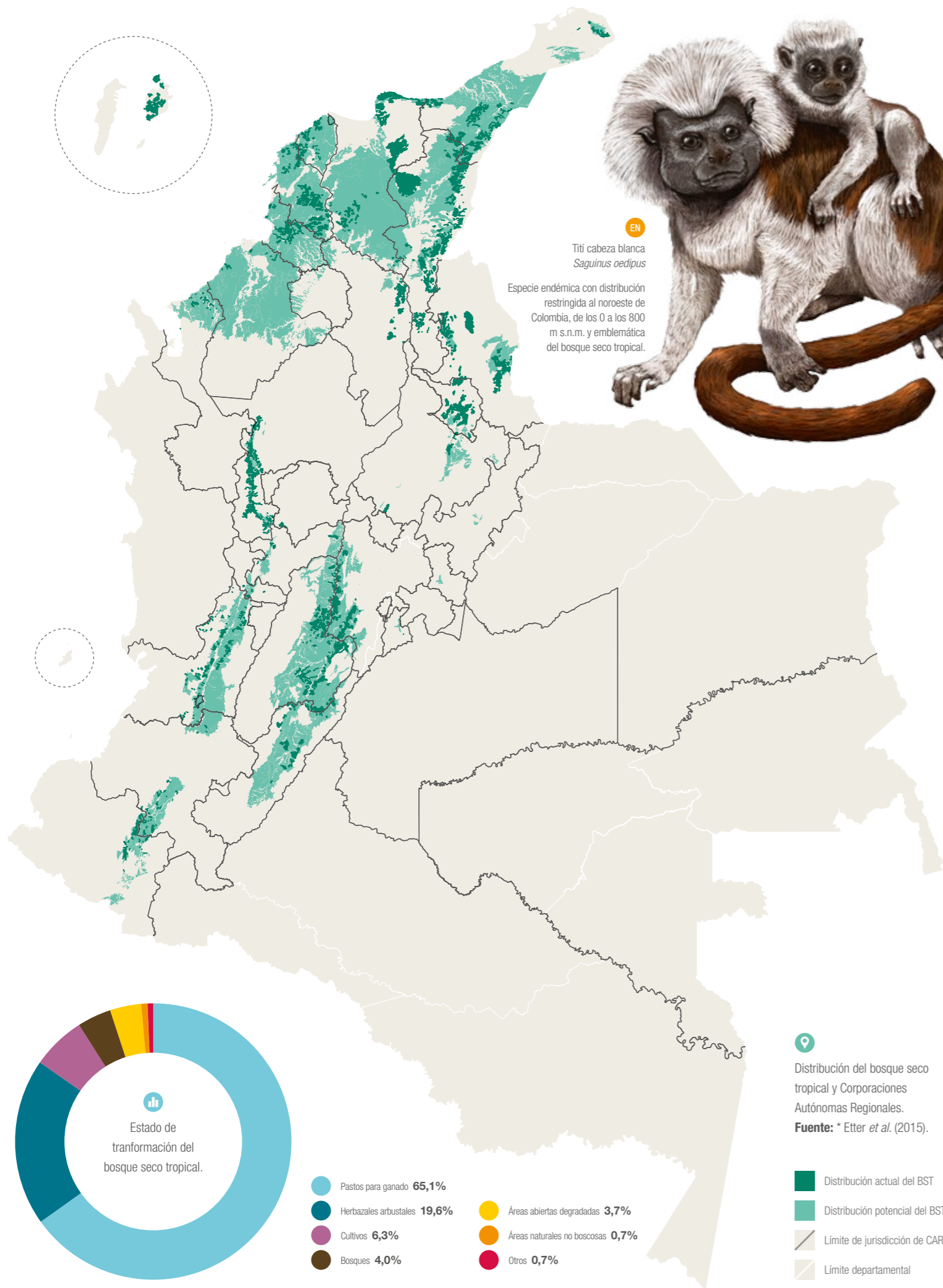
En la década 1995-2005 el promedio desembarcado en la cuenca del Magdalena era 10 t, entre el 2005-2012 el promedio fue de 6 t.

Los latifundios dedicados al cultivo de arroz, palma de aceite, caña de azúcar y pastos para ganado han aumentado en un 38% en la última década.

Municipios con 30% o más de su territorio en área de humedal e IPM.



IPM
Alto
Medio
Bajo



BIODIVERSIDAD 2015

410

Haciendo visible lo invisible

Alarmas y oportunidades de conservación para el bosque seco tropical

Susana Rodríguez-Buritica^a, Germán Corzo^a, Hernando García^a, Diego Córdoba^a, Paola Isaacs^b y Andrés Etter R.^b

UNA GESTIÓN INTEGRAL DEL BOSQUE SECO EN COLOMBIA DEBE CONSIDERAR QUE ESTE ECOSISTEMA HA SIDO DEVASTADO Y QUE HA PERMANECIDO INVISIBLE ANTE LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN OFICIALES.

Si bien el bosque seco tropical (BST) es considerado un ecosistema estratégico¹, no ha sido adecuadamente incluido en los procesos de conservación ligados con la declaración o la designación de áreas protegidas (AP). Actualmente, solo el 6,4% del BST se encuentra dentro de alguna AP (3,07% del orden nacional, 3,38% regional y 0,02% Reservas de la Sociedad Civil), al tiempo que su proporción en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es del 0,19%, es decir, la mitad de lo establecido según su proporción en el territorio nacional continental (0,38%). Esta representatividad se ha incrementado a nivel regional pero aún es muy baja en el marco del Sinap. En contraste, las reservas privadas han tenido un impacto 2,6 veces mayor en el grado de protección de áreas con potencial para BST que las AP públicas, más allá de que la protección que proporciona para remanentes de BST sea baja.

Las reservas privadas ofrecen una oportunidad de protección limitada, dado que su manejo depende de la voluntad del propietario y su funcionamiento no necesariamente es a perpetuidad. Cuando tales reservas se crean en zonas de producción ganadera, unos de los motores de transformación más fuertes, tienen el potencial de proteger remanentes de BST y ofrecen la posibilidad de reducir la presión sobre los bosques.

Aunque la declaración de AP por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) ha aumentado, actualmente hay menos de 20 AP regionales (2,72% de remanentes de BST). Así mismo, el porcentaje de BST protegido en cada CAR no es proporcional al total del ecosistema en su respectiva jurisdicción. Por tanto, es necesario garantizar la participación de las autoridades ambientales de cara a una efectiva y duradera protección de sus remanentes.

Frente a este panorama, es imperativo plasmar una estrategia integral de gestión del BST que detenga su degradación y eventual desaparición, y que promueva la **restauración ecológica**, tanto en áreas de conserva-

En los subsistemas de AP en Colombia, el BST representa:

3,07%

en áreas protegidas nacionales

3,38%

en áreas protegidas regionales

0,02%

en Reservas de la Sociedad Civil

LO QUE HAY PERO NO VEMOS: ESTADO Y AMENAZAS DEL BST. Actualmente hay cerca de 705.000 ha de BST, que representan un poco menos del 8% de las 9.000.000 ha con potencial para soportar este ecosistema. Las áreas con BST son remanentes altamente fragmentados y poco conectados. El 88% de estos remanentes son parches de menos de 500 ha, en donde el 26% tiene menos de 50 ha. La transformación histórica del BST es el resultado de fuertes presiones antrópicas. El 65% de las áreas que fueron bosque ahora se usan para ganadería. A su vez, el 43% de estas áreas presentan erosión moderada y el 23% presenta sobreutilización severa, con evidencia de erosión en tres cuartas partes de los remanentes (incluso ausencia de suelo). Adicionalmente, de los 81 tipos de ecosistemas evaluados en la Lista Roja de Ecosistemas, se reporta al BST como uno de los más amenazados en las regiones andina y Caribe del país².



ción estricta como en paisajes productivos. Es necesario, además, aumentar la representatividad de BST en el Sinap, garantizar su inclusión en los instrumentos de ordenación tales como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y los Plan de Manejo y Ordenación de una

Cuenca (POMCA) e involucrar a la sociedad civil en su manejo a través de programas de protección en mosaicos de producción. Cualquier estrategia de conservación de BST debe priorizar su estudio ecológico a una escala detallada y relevante.



Versión en línea
reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap4/410

Ficha relacionada en BIODIVERSIDAD 2014
306

Temáticas
Bosque seco | Gestión integral | Áreas protegidas | Restauración

Instituciones: a. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; b. Pontificia Universidad Javeriana.

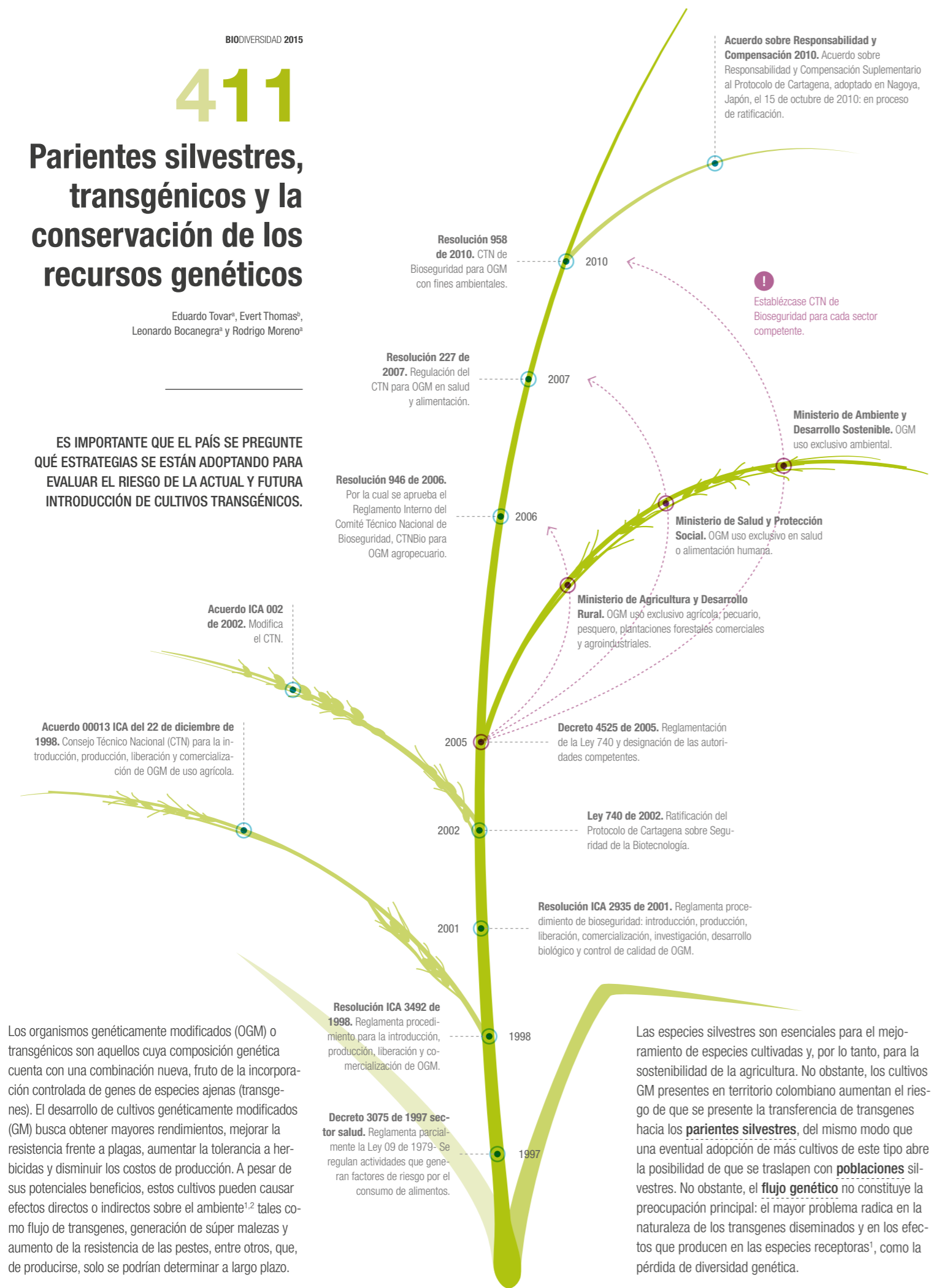


411

Parientes silvestres, transgénicos y la conservación de los recursos genéticos

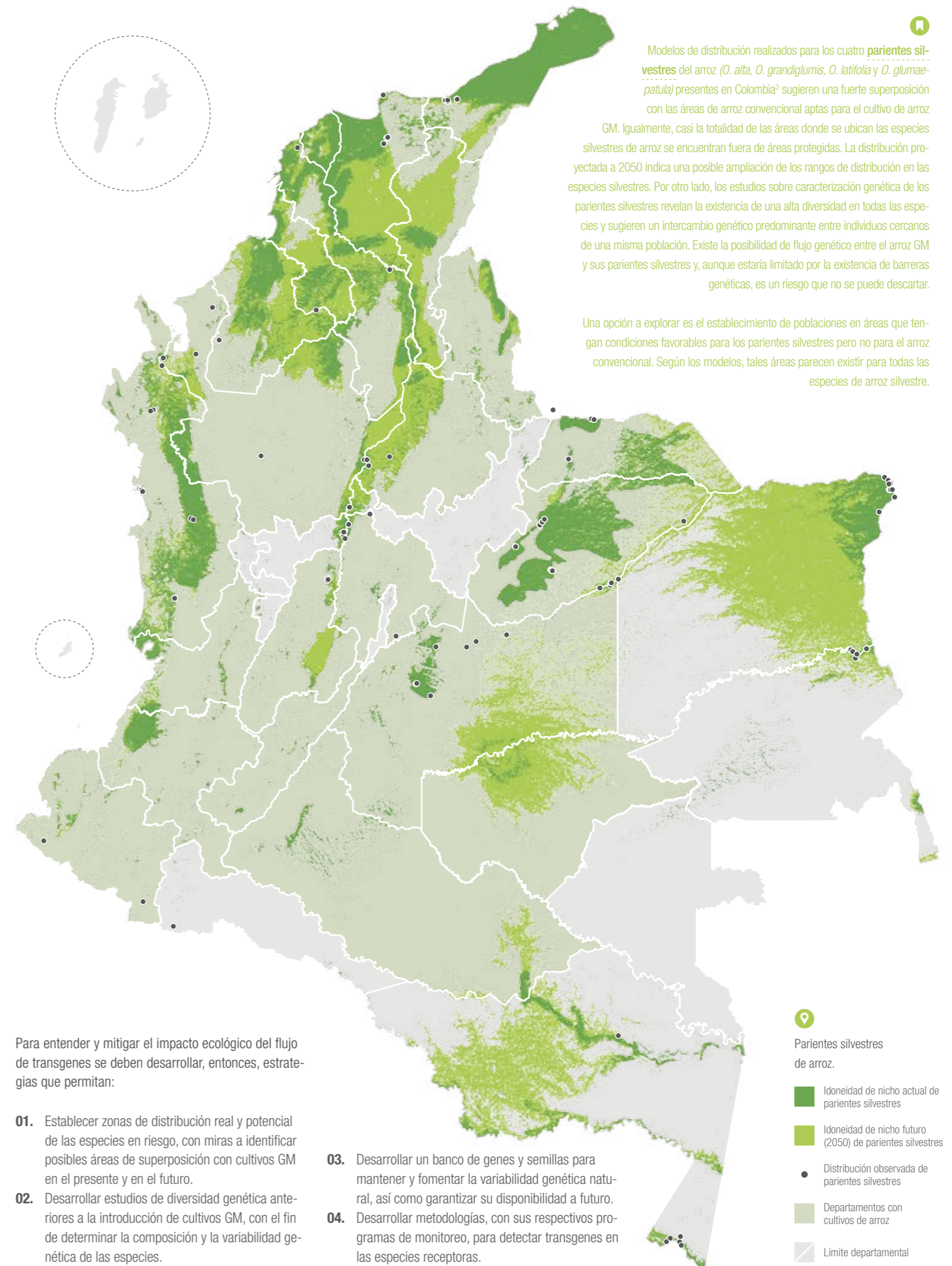
Eduardo Tovar^a, Evert Thomas^b, Leonardo Bocanegra^a y Rodrigo Moreno^a

ES IMPORTANTE QUE EL PAÍS SE PREGUNTE QUÉ ESTRATEGIAS SE ESTÁN ADOPTANDO PARA EVALUAR EL RIESGO DE LA ACTUAL Y FUTURA INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS.



Los organismos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos son aquellos cuya composición genética cuenta con una combinación nueva, fruto de la incorporación controlada de genes de especies ajenas (transgenes). El desarrollo de cultivos genéticamente modificados (GM) busca obtener mayores rendimientos, mejorar la resistencia frente a plagas, aumentar la tolerancia a herbicidas y disminuir los costos de producción. A pesar de sus potenciales beneficios, estos cultivos pueden causar efectos directos o indirectos sobre el ambiente^{1,2} tales como flujo de transgenes, generación de súper malezas y aumento de la resistencia de las plagas, entre otros, que, de producirse, solo se podrían determinar a largo plazo.

Las especies silvestres son esenciales para el mejoramiento de especies cultivadas y, por lo tanto, para la sostenibilidad de la agricultura. No obstante, los cultivos GM presentes en territorio colombiano aumentan el riesgo de que se presente la transferencia de transgenes hacia los **parientes silvestres**, del mismo modo que una eventual adopción de más cultivos de este tipo abre la posibilidad de que se traslapen con **poblaciones silvestres**. No obstante, el **flujo genético** no constituye la preocupación principal: el mayor problema radica en la naturaleza de los transgenes diseminados y en los efectos que producen en las especies receptoras¹, como la pérdida de diversidad genética.



5

Literatura citada, Autores, Agradecimientos y colaboradores y Glosario

ANEXOS

Literatura citada

Resumen ejecutivo

- SiB Colombia (2016). Biodiversidad en cifras. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net/web/sib/cifras> Acceso: marzo 1 de 2016
- MADS y PNUD. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- CDB (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4*. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- MADS (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá: Editorial Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

101

- MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. PNGIBSE*. Bogotá, D.C.: Editorial Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Suárez, A., & Tsutsui, N. (2004). The value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience*, 54(1), 66–74.
- Suárez-Mayorga, A. M., & Bello, J. C. (compiladores). (2012). *Marco técnico y operativo para la construcción de la Estrategia del INB. Esquema conceptual y operativo para el desarrollo de la Enbia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Instituto Alexander von Humboldt. (2015). Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas - RNC. Disponible en <http://mc.humboldt.org.co> Acceso: septiembre 9 de 2015

102

- Pyke, G. H., & Ehrlich, P. R. (2010). Biological collections and ecological/environmental research: A review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews*, 85, 247–266.
- Wheeler, Q. D., Knapp, S., Stevenson, D. W., Stevenson, J., Blum, S. D., Boom, B. M., ... Woolley, J. B. (2012). Mapping the biosphere: exploring species to understand the origin, organization and sustainability of biodiversity. *Systematics and Biodiversity*, 10(1), 1–20.
- Suárez, A. V., & Tsutsui, N. D. (2004). The Value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience*, 54(1), 66–74.
- Soberón, J., & Peterson, A. T. (2004). Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 359(1444), 689–698.
- IAPT [International Association for Plant Taxonomy] (2012) International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) Adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia. Disponible en <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php> Acceso: octubre 28 de 2015.
- Comisión Internacional de Nomenclatura. (2009). Código Internacional de Nomenclatura Zoológica online. (January 2000), 2009.
- Stork, N. E., McBroom, J., Gely, C., & Hamilton, A. J. (2015). New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24): 7519–7523.

- Losey, J. E., & Vaughan, M. (2006). The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. *BioScience*, 56(4), 311–323.
- Sharkey, M. (2015). Sharkey Lab. Disponible en http://www.sharkeylab.org/biodiversity/db.php?app=colombia&function=taxa_list&mode=family Acceso: octubre 28 de 2015.
- Calderón, E., Galeano, G., & García, N. (2005). *Libro rojo de las plantas de Colombia Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamías*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.
- García, N., & Galeano, G. (2006). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Roda, J., Franco, A. M., Baptiste, M. P., Claudia, M., & Gómez Cely, M. (2003). Manual de identificación CITES de aves de Colombia. *Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 352.

103

- Guralnick, R. P., Hill, A., & Lane, M. (2007). Towards a collaborative, global infrastructure for biodiversity assessment. *Ecology Letters*, 10, 663–672
- Soberón, J., & Townsend, P. (2004). Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359, 689–698.
- SiB Colombia. (2015). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Disponible en www.sibcolombia.net Acceso: noviembre 17 de 2015
- MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá, D.C.: Editorial Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Chavan, V., & Ingwersen, P. (2009). Towards a data publishing framework for primary biodiversity data: challenges and potentials for the biodiversity informatics community. *BMC Bioinformatics*, 10(Suppl 14), S2.
- Piwowar, H. A., & Vision, T. J. (2013). Data reuse and the open data citation advantage. *PeerJ*, 1, e175.

104

- Svrc, C. M., Lowe, A. J., & Hofman, A. A. (2010). Building evolutionary resilience for conserving biodiversity under climate change. *Evolutionary Applications*, 4, 326–337.
- Barret, D. H., & Schluter, D. (2007). Adaptation from standing genetic variation. *Trends in Ecology and Evolution*, 23, 38–44.
- Hedrick, P. W. (2001). Conservation genetics: where are we now? *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 629–636.
- Manel, S., & Holderegger, R. (2013). 10 years of landscape genetics. *Trends in Ecology and Evolution*, 28, 614–621.
- Vargas, M., Stuckas, H., Castaño, O. V., & Fritz, U. (2012). Extremely low genetic diversity and weak population differentiation in the endangered Colombian river turtle *Podocnemis lewyana* (Testudines: Podocnemididae). *Conservation Genetics*, 13, 65–77.
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation*, 61, 1–10.
- Forest, F., Grenyer, R., Rouget, M., Davies, T. J., Cowling, R. M., Faith, D., Balmford, A., Manning, J. C., Proches, S., van der Bank, M., Reeves, G., Hedderson, T.A.J. & Savolainen, V. (2007). Preserving the evolutionary potential of floras in biodiversity hotspots. *Nature*, 445, 757–760.
- Mouillot, D., Albouy, C., Guilhaumon, F., Lasram, F. B. R., Coll, M., Devictor, V., Meynard, C. M. & Pauly, D. (2011). Protected and threatened components of fish diversity in the Mediterranean Sea. *Current Biology*, 21, 1044–1050.
- Frankham, R. (2003). Genetics and conservation biology. *Comptes Rendus Biologies*, 326, S22–S29.

- Arbeláez, E., Torres, M. F., López, D., Palacio, J. D., Mendoza, A. M., & Medina, C. A. (2015). La biodiversidad congelada de Colombia: 16 años de la colección de tejidos del Instituto Humboldt. *Acta Biológica Colombiana*, 20, 163–173.
- Hebert, P. D., Ratnasingham, S., & de Waard, J. R. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270, S96–S99.
- Paz, A., González, M. A., & Crawford, A. (2013). Códigos de barras de ADN: Introducción y perspectiva. *Acta Biológica Colombiana*, 16, 161–176.
- Castaño, A. (2015). El fraude en la comercialización de los pescados, ¿gato por liebre o balsa por río? *Revista Semana Sostenible*.
- Gonçalves, F. M., Oliveira, A. R., Matsumoto, T. E., & Miyaki, C. Y. (2015). DNA barcoding identifies illegal parrot trade. *Journal of Heredity*, 106(51), 560–564.
- Caballero, S., Cardenosa, D., Soler, G., & Hyde, J. (2012). Application of multiplex PCR approaches for shark molecular identification: feasibility and applications for fisheries management and conservation in the Eastern Tropical Pacific. *Molecular Ecology Resources*, 12, 233–237.
- Mendoza, A. M., Torres, M. F., Paz, A., Trujillo, N., López, D., Sierra, S., Forero, F. & González, M. A. (n.d.). Building the DNA barcode library of Colombian CITES birds species reveal cryptic diversity and geographic patterns.
- Guamizo, C. E., Paz, A., Muñoz, A., Flechas, S. V., Méndez, J., & Crawford, A. J. (2015). DNA Barcoding Survey of Anurans across the Eastern Cordillera of Colombia and the Impact of the Andes on Cryptic Diversity. *PLoS ONE*.
- Hebert, P. D., Penton, E. H., Burns, J. M., Janzen, D. H., & Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(41), 14812–14817.
- Bickford, D., Lohman, D. J., Sodhi, N. S., Ng, P. K., Meier, R., Winker, K., Ingram, K. K. & Das, I. (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 148–155.
- González, M., & Paz, A. (2013). iBOLColombia advances: barcoding life in a megadiverse country. *Barcode Bulletin*, 4(2). Retrieved from <http://ibol.org/wp-content/uploads/2013/12/iBOL-Barcode-Bulletin-Dec-2013.pdf>
- Ayerbe, F. (2015). *Colibríes de Colombia. Serie: Aifauna de Colombia*. Cali: Wildlife Conservation Society.

105

- Acosta-Galvis, A. R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecillas (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3), 289–319.
- Bernal, M. H. y J. D. Lynch. 2008. Review and Analysis of Altitudinal Distribution of the Andean Anurans in Colombia. *Zootaxa* 1826: 1–25.
- Grant T, Acosta A. y Lynch J. D. 2008 An Overview of Amphibians from Colombia in Threatened Amphibians of the World. Stuart S. N., Hoffmann M., Chanson J. S., Cox N. A., Berridge R. J., Ramani P., Young B. E. (Eds.) Published by Lynx Edicions, in association with IUCN The World Conservation Union, Conservation International and NatureServe.
- Lynch, J. D. (1999). Ranas pequeñas, la geometría de evolución, y la especiación en los Andes colombianos. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 23(86), 143–159.
- Lynch, J. D., Ruiz, P. M., & Ardila, M. C. (1997). Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 21(80), 237–248.
- Acosta-Galvis A. 2015 Lista de los Anfibios de Colombia. V.05.2015.0 Disponible en: www.batrachia.com. Acceso: Agosto 6 de 2015.
- Ruiz, P. M., Ardila, M. C., & Lynch, J. D. (2006). Lista actualizada de la fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 20(77), 365–415.

- Arbeláez Cortés, E. 2013. Describiendo especies: Un panorama de la biodiversidad Colombiana en el ámbito mundial. *Acta Biológica Colombiana* 18(1):165-178.
- Acosta-Galvis, A. R., Señaris, J. C., Rojas-Runjaic, F., & Riaño-Pinzón, D. R. (2010). Anfibios y reptiles. In C. A. Lasso, J. S. Usma, F. Trujillo, & A. Rial (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 258–289). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

- Castro, F., & Vargas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 251–277.
- Cochran, D., & Goin, C. (1970). *Frogs of Colombia*. USA: Smithsonian Institution Press.
- Cuentas, D., Borja, R., Lynch, J. D., & Renjifo, J. M. (2002). *Anuros del departamento del Atlántico y norte del Bolívar*. Barranquilla: Universidad del Atlántico y Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA.
- Llano, J., Cortés, A. M., & Castro, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 11, 89–106.
- Lynch, J. D., & Suárez, A. (2004). Catálogo de anfibios en el Chocó Biogeográfico. In Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica IV, El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica* (pp. 654–668). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Lynch, J. D., & Romero, H. (2012). Anfibios de la Región Caribe. In Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia* (p. 1046). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales.
- Páez, V., Bock, B. J., Estrada, J., Ortega, A. M., Daza, J. M., & Gutiérrez, P. (2002). *Guía de Campo de Algunas Especies de Anfibios y Reptiles de Antioquia*. Medellín: Editorial Multimpresos.
- Castro, F., & Bolívar, W. (2010). *Libro Rojo de los Anfibios del Valle del Cauca*. Cali: Feriva Impresores SA.
- Rueda, J. V, Lynch, J. D., & Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia*. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales–Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Kaiser, H., Barrio Amorós, C. L., Trujillo, J. D., & Lynch, J. D. (2002). Expansion of *Eleutherodactylus johnstonei* in northern South America: Rapid dispersal through human interactions. *Herpetological Review*, 290–294.
- Urbina, J. N., Castro, F., & Acosta, A. (2013). *Lithobates catesbeianus* (Shaw 1802). In F. Gutiérrez, C. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez, & A. M. Diaz (Eds.), *VI Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves*. (pp. 236–242). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

106

- Azócar, A., & Rada, F. (2006). *Ecofisiología de plantas de páramo*. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas ICAE, Universidad de los Andes Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes.
- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M. V., Zapata, J., & León, O. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000*. Bogotá, D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cuesta, F., Muriel, P., Beck, S., Meneses, R. I., Halloy, S., Salgado, S., Ortiz, E. & Becerra, M. T. (2012). *Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y de-linear acciones de adaptación*. Lima-Quito: Red Gloria-Andes.

107

- Las 1618 referencias sobre bosques que se consultaron para este trabajo se pueden descargar desde nuestra página web: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/>

108

- Pizano, C., & García, H. (Eds.). (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

109

- Morales, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P., Castañero, O. V., & Bock, B. C. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia* (Serie de Libros rojos). *En prensa*
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Ossa-Velázquez, J. de la, & Fajardo-Patiño, A. (2013). *Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia* (Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia). Bogotá: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ulloa, G., & Sierra, C. (2012). *Plan de manejo para la conservación de las poblaciones del caimán aguja Crocodylus cuvieri, 1807 de la bahía Cispatá departamento de Córdoba Caribe de Colombia*. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge-CVS. Informe interno.

201

- Cappato, J., & Yanosky, A. (Eds.) (2009). *Uso Sostenible de Peces en la Cuenca del Plata: Evaluación Subregional del Estado de Amenaza, Argentina y Paraguay*. Gland, Suiza: UICN.
- Rodríguez, J. P., & Rojas-Suárez, F. (2010). Libro Rojo de la Fauna Venezolana: actualización periódica de la situación de las especies amenazadas del país. En A. Machado-Allison (Ed.), *Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti* (pp. 121–132). Caracas, Venezuela: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y Embajada de Finlandia en la República Bolivariana de Venezuela.
- Lasso, C., Usma, J., Trujillo, F., & Rial, A. (Eds.). (2010). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- UNEP-WCMC. (2010). BIP - Biodiversity Indicators Partnership. Disponible en <http://www.bipindicators.net/language/es-es/rli/2010> Acceso: julio 20 de 2012
- UICN. 2008. Indicadores de seguimiento de la biodiversidad: ¿Qué nos dice la información sobre las especies? Disponible en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/indicator_factsheet_sp_final.pdf. Acceso: julio 20 de 2012
- Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, J. S., & Álvarez-León, R. (2002). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. J. I. Mojica, C. Castellanos, J. S. Usma, & R. Álvarez-León (Eds.). Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Lasso, C. A. (2012). *Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. J. I. Mojica, J. S. Usma, R. Álvarez-León, & C. A. Lasso (Eds.). Bogotá D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Morales-Betancourt, M. A., Sánchez-Duarte, P., & Lasso, C. A. (2014). Recursos pesqueros continentales de Colombia. En J. Bello, M. Báez, M. F. Gómez, O. Orrego, & L. Naegelé (Eds.), *Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.

- Valderrama, N., García, N., Baptiste E., M. P., Renjifo, L. M., Sánchez-Duarte, P., Cárdenas Toro, J., Rubiano, G., Lasso, C. A., Morales-Betancourt, M. A., Amaya-Villareal, A. M. y Toro, J. L. Especies amenazadas de flora y fauna. En: Bello et al. (ed). *Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.
- Sánchez-Duarte, P., & Lasso, C. A. (2013). Evaluación del impacto de las medidas de conservación del Libro Rojo de peces dulceacuícolas (2002-2012) en Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 14(2), 288–312.

202

- Pizano, C., R. González, M. F. González, F. Castro-Lima, R. López, N. Rodríguez, A. Idárraga-Piedrahíta, W. Vargas, H. Vergara-Varela, A. Castaño-Naranjo, W. Devia, A. Rojas, H. Cuadros y J. L. Toro. 2014. Las plantas de los bosques secos de Colombia. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El Bosque Seco Tropical en Colombia* (pp. 48–93). Bogotá D.C: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gómez, J. P., & Robinson, S. K. (2014). Aves del bosque seco tropical de Colombia: las comunidades del valle alto del río Magdalena. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 94–127). Bogotá D.C: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Díaz-Pulido, A., Benítez, A., Gómez-Ruiz, D. A., Calderón-Acevedo, C. A., Link, A., Pardo, A., Forero, F., De Luna, A. G., Payán, E., & Solari, S. 2014. Mamíferos del bosque seco, una mirada al Caribe Colombiano. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 128–165). Bogotá D.C: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mass, M., P. Balvanera, A. Castillo, G. C. Daily, H. A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V.J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala, & J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific coast of Mexico. *Ecology and Society*, 10, 17.
- Wall, D. H., González, G., & Simmons, B. L. (2011). Seasonally dry tropical forest soil diversity and functioning. In R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney, & G. Ceballos (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 61–70). Washington D.C: Island Press.
- Janzen, D. H. (1988). Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystems. In E. O. Wilson (Ed.), *Biodiversity* (pp. 130–136). Washington, D.C: National Academy Press.
- García, H., Corzo, G., Isaacs, P., & Etter, A. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 229–251). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Urbina-Cardona, N., Navas, C. A., González, I., Gómez-Martínez, M. J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G. F., & Blanco-Torres, A. (2014). Determinantes de la distribución de los anfibios en el bosque seco tropical de Colombia: herramientas para su conservación. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 167–193). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vargas, W., & Ramírez, W. 2014. Lineamientos generales para la restauración del bosque seco tropical en Colombia. En C. Pizano & H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 252–291). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Chazdon, R. L., Harvey, C. A., Komar, O., Griffith, D. M., Ferguson, B. G., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., Breugel, M. Van & Philpott, S. M. (2009). Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human-modified tropical landscapes. *Biotropical*, 41, 142–153.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon J. E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33, 491–505.

- Pauly, D., & Alder, J. (2005). Marine Fisheries Systems. En R. Hassan, R. Scholes, & J. Ash (Eds.), *Ecosystems and human well-being: Current state and trends* (pp. 477–511). Washington, D.C.
- Arias, P. (2012). *El estado mundial de la pesca y acuicultura*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Eds).
- Arias, P. (2013). *Bases de política para el sector pesquero y la acuicultura en Colombia*. (D. de P. y Acuicultura-DPA, Ed.). Bogotá, D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, Corporación Colombia Internacional -CCI.
- Galvis, G., & Mojica, J. (2007). Aquatic Ecosystem Health & Management. *Aquatic Ecosystem Health and Management Society*, 10(2), 127–139.
- López-Martínez, C., Rial, A., Matalana, C., Ramírez, W., Señaris, C., Díaz, A., Corzo, G. & Machado, A. (2011). *Biodiversidad en la cuenca del Orinoco. II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. (L. Carlos, A. Rial, C. Matalana, W. Ramírez, C. Señaris, A. Díaz, ... A. Machado, Eds.). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación la Salle de Ciencias naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia)
- Valderrama, M. (2013). *Procesos de ordenación pesquera en las cuencas Magdalena, Sinú y Golfo de Urabá*. Fundación Humedales, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. AUNAP (Eds.), Bogotá, D.C.
- Gutiérrez, F., Lasso, C., & Morales, M. (2011). Introducción. En C. Lasso, F. Gutiérrez, M. Morales, E. Agudelo, H. Ramírez, & R. Ajiaco (Eds.), *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico -Serie de Recursos Hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia* (pp. 29–32). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Valderrama, M., Jiménez, L., Álvarez, R., González, G., Salas, F., Hernández, S., & Zárate, M. (n.d.). *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Siluriformes, Pimelodidae). En C. Lasso, E. Agudelo, L. Jiménez, H. Ramírez, M. Morales, R. Ajiaco, G. de Paula, J. Usma, S. Muñoz & A. Sanabria (Eds.), *Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia* (pp. 491–496). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lasso, C., & Morales, M. (Eds.) (2011). *I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. (Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia) Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto Humboldt
- Mojica, J., Usma, J., Álvarez, R., & Lasso, C. (Eds.) (2012). *Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Agudelo, E., Sánchez, C., Rodríguez, C., Bonilla, C., & Gómez, G. (2011). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Amazonas. En C. Lasso, F. de Paula, M. Morales, E. Agudelo, H. Ramírez, & R. Ajiaco (Eds.), *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico -Serie Recursos Hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia* (pp. 143–165). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lasso, C., Gutiérrez, G., Morales, M., Agudelo, E., Ramírez, H. & Ajiaco R. (Eds.). (2011). *Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico -Serie de Recursos Hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia* (pp. 29–32). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Rincón, A., & Bernal, N. (2007). Factores antrópicos asociados e interrelaciones con el estado de los ecosistemas andinos. En D. Armenteras & N. Rodríguez (Eds.), *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas* (pp. 109–127). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Armenteras, D., Cabrera, E., Rodríguez, N., & Retana, J. (2013). National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Regional Environmental Change*, 13(6), 1181–1193.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., & Alumbrosos, J. (2013). Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science*, 8(2), 154–174.
- Borrelli, P., Armenteras, D., Panagos, P., Modugno, S., & Schütt, B. (2015). The Implications of Fire Management in the Andean Paramo: A Preliminary Assessment Using Satellite Remote Sensing. *Remote Sensing*, 7(9), 11061–11082
- Poulenard, J., Podwojewski, P., Janeau, J., & Collinet, J. (2001). Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian Paramo: effect of tillage and burning. *Catena*, 45(3), 185–207.
- Cabrera, E., & Ramírez, D. (2007). Estado actual y cambio en los ecosistemas de los Andes Colombianos: 1985-2005. En D. Armenteras & N. Rodríguez (Eds.), *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas* (pp. 39–63). Bogotá, D.C.: Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Smith, A. P. (1979). Function of dead leaves in *Espeletia schultzii* (Compositae), and Andean caulescent rosette species. *Biotropica*, 11(1), 43–47.
- Fagua, J. C., & González, V. H. (2007). Growth rates, reproductive phenology, and pollination ecology of *Espeletia grandiflora* (Asteraceae), a giant Andean caulescent rosette. *Plant Biology*, 9(1), 127–135.
- Diazgranados, M. (2012). A nomenclator for the frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae). *PhytoKeys*, 16, 1–52.
- Jaimes, G., Castro, C., Ancizar, F., Riveros de Murcia, T., Torrenegra, R., Alfonso, T., & Alba, N. (2006). Principio activo citotóxico de *Espeletia killipii* Cuatr. sobre células tumorales y su toxicidad frente a células normales humanas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16(2), 140–145.

- De Groot, R. S., Stuij, M. A., Finlayson, C. M., & Davidson, N. (2006). *Valuing wetlands: guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services*. Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27. Montreal, Canadá: Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Schuyt, K., & Brander, L. M. (2004). *Living waters: The economic values of the world's wetlands*. WWF-International.
- Mitscha, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. Special issue the values of wetlands: landscapes and perspectives. *Ecological Economics*, 35(1), 25–33.
- Yachi, S., & Loreau, M. (1999). Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, 1463–1468.
- MADS. (2016). Ecosistemas estratégicos. Bosques biodiversidad y ecosistemas estratégicos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-10> Acceso: enero 1 de 2016
- Zedler, J. B., & Kercher, S. (2005). Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. *Review Literature And Arts Of The Americas*, 39–74.
- IAVH. (2015). Mapa de Humedales de Colombia. Proyecto Ecosistemas estratégicos. Fondo Adaptación e Instituto Humboldt. En U. Jaramillo, J. Cortés-Duque, & C. Flórez (Eds.), *Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1*. (p. 140). Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Niu, Z., Zhang, H., Wang, X., Yao, W., Zhou, D., Zhao, K., ... Gong, P. (2012). Mapping wetland changes in China between 1978 and 2008. *Chinese Science Bulletin*, 57(22), 2813–2823.
- Rebelo, L. M., Finlayson, C. M., & Nagabhatla, N. (2009). Remote sensing and GIS for wetland inventory, mapping and change analysis. *Journal of Environmental Management*, 90(7), 2144–2153.
- Rodríguez, N., Armenteras-Pascual, D., & Retana, J. (2013). Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science*, 8(2), 154–174.

- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). *Estado de los ecosistemas colombianos- 2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. (Informe Final)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional
- Keith, D. A., Rodríguez, J. P., Rodríguez-Clark, K. M., Nicholson, E., Apala, K., Alonso, A., ... Zambrano-Martínez, S. (2013). Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS One*, 8(5), art. no. e62111.
- Etter, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). *Mapa de Ecosistemas Potenciales de Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana

- Etter, A., McAlpine, C., & Possingham, H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 1–27.
- Armenteras, D., Gast, F., & Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in eastern Andes. *Biological Conservation*, 113(2), 245–256.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2004). *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Sánchez-Cuervo, A., Mitchell, T., Clark, M., & Etter, A. (2012). Land Cover Change in Colombia: Surprising Forest Recovery Trends between 2001 and 2010. *PLoS One*, 7(8), 1–14.
- Etter, A., & McAlpine, C. (2008). Modelling unplanned land cover change across scales: A Colombian case study. En R. Aspinall & M. (Eds) Hill (Eds.), *Land Use Change: Science, Policy and Management* (pp. 81–98). London: Taylor & Francis – CRC Press.
- Etter, A., & Arévalo, P. A. (2014). Escenarios futuros de la cobertura forestal en Colombia. En J. C. Bello, M. Báez, M. F. Gómez, O. Orrego, & L. Naegle (Eds.), *Biodiversidad 2014: Reporte de estado de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá Instituto Alexander von Humboldt.
- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). *Estado de los ecosistemas colombianos- 2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. (Informe Final)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional
- Etter, A., Sarmiento, A., & Romero, M. (2011). Land Use Changes (1970–2020) and the Carbon Emissions in the Colombian Llanos.

- Hennig, E., & Ghazoul, J. (2012). Pollinating animals in the urban environment. *Urban Ecosystems*, 15(1), 149–166.
- Daily, G. (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D. C.: Island Press.
- Sekercioglu, C. H. (2010). Ecosystem functions and services. En N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation Biology for All* (pp. 45–72). Oxford University Press.
- Sekercioglu, C. H. (2010). Ecosystem functions and services. En N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich (Eds.), *Conservation Biology for All* (pp. 45–72). Oxford University Press.

- Shepherd, M. D., Buchmann, S. L., Vaughan, M., & Black, S. H. (2003). *Pollinator Conservation Handbook: A Guide to Understanding, Protecting, and Providing Habitat for Native Pollinator Insects*. Portland: The Xerces Society.
- Mburu, J., Hein, L., Gemmill, B., & Collette, L. (2006). *Economic valuation of pollination services: Review of methods*. FAO.
- Bailes, E., Ollerton, J., Patrick, J., & Glover, B. (2015). How can an understanding of plant–pollinator interactions contribute to global food security? *Current Opinion in Plant Biology*, 26, 72–79.
- Sarukhán, J., Whyte, A., & Weinstein, P. (Eds.). (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Washington: Island Press.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (2008). Human domination of Earth's ecosystems. En *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature* (pp. 3–13). Springer US. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-73412-5_1
- FAO. (2015). FAO's Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture. Disponible en <http://www.fao.org/pollination/en/> Acceso: agosto 28 de 2015
- Glöwka, L., Bührhenn-Guilmin, F., & Synge, H. (Eds.). (1994). *A guide to the convention on biological diversity, Environmental Policy and Law Paper*. IUCN.
- ASOFrucol. (2015). ASOFrucol. Disponible en <http://www.asohofrucol.com.co/> Acceso: octubre 15 de 2015.
- Londoño, M., González, I., & Bello, L. (2014). Registro biológicos en línea y vacíos de información. En J. Bello, M. Báez, M. F. Gómez, O. Orrego, & L. Naegle (Eds.), *Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ruiz, A., Santos, M., Cavelier, J., & Soriano, P. (2000). Estudio Fenológico de Cactáceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, 32(3), 397–407.
- Bernal, R., & Ervik, F. (1996). Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: an adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 28(4), 682–696.
- Bernal, R., & Ervik, F. (1996). Floral biology and pollination of the dioecious palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: an adaptation to staphylinid beetles. *Biotropica*, 28(4), 682–696.

- Rodríguez, M. (1998). *La reforma Ambiental en Colombia*. Bogotá, D.C.: Tercer Mundo-FES.
- Tobasura, I. (2006). La Política Ambiental en los Planes de Desarrollo en Colombia 1990-2006. *Revista Luna Azul*, 22. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321727224002.pdf> Acceso: diciembre 10 de 2015
- Cancillería de Colombia [en línea]. Cancillería. (2015). Cancillería de Colombia: Desarrollo sostenible. Disponible en <http://www.cancilleria.gov.co/international/politics-environmental/sustainable> Acceso: diciembre 10 de 2015
- DNP. (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para todos. Disponible en <https://dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/publicaciones/Paginas/2015.aspx> Acceso: diciembre 12 de 2015].
- OCDE. (2015). Evaluaciones del desempeño ambiental COLOMBIA 2014. Disponible en http://www.oecd.org/env/contry-reviews/Evaluacion_y_recomendaciones_Colombia.pdf Acceso: diciembre 12 de 2015].
- DNP. (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país. Disponible en: <https://dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/publicaciones/Paginas/2015.aspx> Acceso: diciembre 12 de 2015
- PNUD. Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia. Disponible en <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-paz-yambiente-2015.pdf> Acceso: diciembre 12 de 2015

- CDB. 2015. Convenio de Diversidad Biológica en la 10ª Conferencia de las Partes. Disponible en <https://www.cbd.int/sp/targets/> Acceso: octubre 1 de 2015
- MÁVDT. Decreto 2372 de 2010 Artículo 39 (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. Disponible en https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf Acceso: octubre 1 de 2015
- MADS. Resolución 1125 de 2015 (2015). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. Disponible en https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/95-res_1125_may_2015.pdf Acceso: octubre 1 de 2015

- SNPNN. (2014). *Documento de trabajo para el simposio 8 Estrategias complementarias de conservación y biodiversidad rural urbana. II Congreso Colombiano de Áreas Protegidas*. Bogotá, D.C.
- Lopoukhine, N., & Ferreira de Souza, B. (2012). What does target 11 really mean? *Parks*, 18(1).
- Jonas, H., Barbuti, V., Jonas, H., Kothari, A., & Nelson, F. (2014). New Steps of change: looking beyond protected areas to consider other effective area based conservation measures. *Parks*, 20(2).
- IAVH. (2015). *Alianza Bitá, Fase 1 "Construyendo las bases para la protección del río Bitá, departamento de Vichada"*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J., & León, O. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- INCODER. (2015). *Capa de Resguardos indígenas declarados y sus ampliaciones. Formato shapefile*. Bogotá, D.C.
- INCODER. (2015). *Capa de territorios de comunidades negras. Formato shapefile*. Bogotá, D.C.
- INCODER. (2015). *Capa de zonas de reserva campesina. Formato shapefile*. Bogotá, D.C.
- IAVH. (2015). *Caracterización socioeconómica y cultural del complejo de páramos Guanacas Puracé Coconuco en el marco de los estudios técnicos, económicos, ambientales y sociales para la identificación y delimitación de complejos de páramos a escala 1:25.000*. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Crooks, K. R. & Sanjayan, M. (2006). *Connectivity Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chetkiewicz, C. L. B., St. Clair, C. C. & Boyce, M. S. (2006). Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 317-342.
- Johnsingh, A. & Williams, A. C. (1999). Elephant corridors in India: lessons for other elephant range countries. *Oryx* 33: 210-214.
- Dixon, J. D., Oli, M. K., Wooten, M. C., Eason, T. H., McCOWN, J. W. & Paetkau, D. (2006). Effectiveness of a regional corridor in connecting two Florida black bear populations. *Conservation biology* 20: 155-162.
- Rabinowitz, A. & Zeller, K. A. (2010). A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation* 143: 939-945.
- Carroll, C., McRae, B. H. & Brookes, A. (2012). Use of Linkage Mapping and Centrality Analysis Across Habitat Gradients to Conserve Connectivity of Gray Wolf Populations in Western North America. *Conservation Biology* 26: 78-87.
- Fundación Gaia. 2015. El Camino de las Anacondas: Mosaico Ecológico-Cultural para la Conectividad de la Amazonía.

- Cárdenas, T., & Cleef, A. (1996). *El Páramo, un ecosistema de la Alta Montaña Tropical. Serie montañas tropandinas. Volumen 1*. Bogotá.
- Castaño, C. (2002). *Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM.
- Guhl, E. (1982). *Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá*. Bogotá, D.E.: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Luteyn, J. L. (1999). *A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature*. Bronx, New York: The New Botanical Garden.
- Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Rodríguez, N., Franco, C., Betancourth, J. C., Olaya, E., Posada, E. & Cárdenas, L. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rangel-CH., J. O. (2000). *Colombia, diversidad biótica III. La región de vida paramuna*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Rivera, D., & Rodríguez, C. (2011). *Guía Divulgativa de criterios para la delimitación de los páramos de Colombia*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & M. R. (2004). *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J., & León, O. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sturm, H., & Rangel-CH, J. O. (1985). *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*. No. 9. Bogotá: Biblioteca J. Jerónimo Triana e Instituto de Ciencias Naturales-MHN.
- Van Der Hammen, T., Pérez-P, A., & Pinto-C., P. (1983). *La Cordillera Central colombiana. Transecto Parque Los Nevados. Estudios de Ecosistemas Tropandinos 1*. J. Cramer, Vaduz.
- Van Der Hammen, T., Piedrahita, S., & Álvarez, V. (1989). *La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Los Nevados-Parte 2. Estudios de Ecosistemas Tropandinos*. J. Cramer, Vaduz.
- Aronson, J., Renison, D., Ovalle, C., & Del Pozo, A. (2007). Restauración del Capital Natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Ecosistemas*, 16(3), 1–10.
- SER. (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration International. Tucson, USA: SER (Society for Ecological Restoration International).
- Clewell, A., & Aronson, J. (2013). *Ecological restoration: Principles, values and structure of an emerging profession* (Second edi). Washington D.C: Island Press.

4. World Resources Institute (WRI) . (2014). Initiative 20x20. Bringing 20 million hectares of degraded land in Latin America and the Caribbean into restoration by 2020. Disponible en <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20/restoration-commitments#project-tabs> Acceso: octubre 28 de 2015

5. Murcia, C., & Guiraiguatá, M. R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: Estado actual, tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos ocasionales 107*. Colombia: Centro para la Investigación Forestal (CIFOR).

6. Aguilar, M., Rubio, J., Barrera, J., Vargas, O., Vargas, W., Domínguez, Y., Cortés, F. & Ramírez, W. (2015). Red Colombiana de Restauración Ecológica. Seis años liderando la restauración ecológica en Colombia y la Región. En *IV Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica*. (Zuleta G.). Buenos Aires, Argentina: Sociedad Iberoamericana y Del Caribe de Restauración Ecológica.

7. Moreno, D., & Comin, F. (2010). Integrating objectives and scales for planning and implementing wetland restoration and creation in agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management*, 91, 2087–2095.

8. Thomas, E., Jalonen, R., Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P., & Bozzano, M. (2014). Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, 333, 66–75.

9. Ramírez, W., Aguilar, M., Calle, Z., & Cabrera, M. (2015). Introducción al monitoreo en la restauración ecológica. En M. Aguilar & W. Ramírez (Eds.), *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

10. Calle, Z., Carvajal, M., & Giraldo, A. (2015). Monitoreo participativo e indicadores socioeconómicos de la restauración ecológica. En M. Aguilar & W. Ramírez (Eds.), *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

309

1. Bustamante, C. (2015). Tercer foro internacional de la lechería tropical. Panel: Ordenamiento territorial. Fedegan. Disponible en http://static.contextoganadero.com.s3.amazonaws.com/Publicaciones/III_Foro_Internacional_Leche/Conferencistas%20Nacionales/9_Humboldt/Tercer_Foro_Internacional_Leche_Lecheria_Tropical.pdf Acceso: Marzo 15 de 2016

2. Arias, J. (2004). *Ganadería, paisaje, territorio y región. Una historia ecológica y social de la Orinoquia colombiana*. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

3. González, M. F., Díaz, A., Mesa, L. M., Corzo, G., Portocarrero, M., Lasso, C., Chaves M.E. & Santamaría, M. (2015). *Catálogo de biodiversidad de la región orinoquense. Volumen 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A.

401

1. Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias, P., & Zuluaga, P. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

2. Rincón, A., Lara, D., Castro, L., & Rojas, C. (2015). *Conflictos socioambientales y servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy: Reflexiones para su gestión. (Artículo en revisión)*. Bogotá, D.C.

3. Rincón, A., Lara, D., Zambrano, D., & Rojas, C. (2015). *Fases de preparación y caracterización: Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (VIBSE) Cuenca del río Orotoy-Meta*. Bogotá, D.C.: Documento de trabajo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

402

1. MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. PNGIBSE. República de Colombia. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2. Portocarrero, A., Corzo, G., Díaz, A., González, M., Longo, M., Mesa, L., ... Hernández, O. L. (2014). Systematic Conservation Assessment for Most of the Colombian Territory as a Strategy for Effective Biodiversity Conservation. *Natural Resources*, 5(16), 25.

3. Portocarrero, M., Hernández, O., & Corzo, G. (2014). Probabilidad de colapso de la diversidad biológica en algunos de los socio-ecosistemas Colombianos. En J. Bello, M. Báez, M. Gómez, O. Orrego, & L. Nagele (Eds.), *Biodiversidad 2014. Estado y Tendencias de la Biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

403

1. EJOLT. (2014). Environmental Justice Atlas. Disponible en <https://ejatlas.org/>. Acceso: Agosto 10 del 2015.

2. Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias, P., & Zuluaga, P. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

3. Pérez, M. (2014). *Conflictos ambientales en Colombia: inventario, caracterización y análisis Estudio para 72 casos de injusticia ambiental. Documento de trabajo*. Universidad del Valle - Instituto CINARA.

4. Pérez, M. (2014). Injusticias ambientales en Colombia: estadísticas y análisis para 95 casos. *Revista Del Doctorado Interinstitucional. En Ciencias Ambientales*, 4, 65–78.

5. Fontaine, G. (2004). Enfoques conceptuales y metodológicos para una sociología de los conflictos ambientales. En *Guerra, Sociedad y Medio Ambiente* (pp. 503–533). Bogotá: Editorial For Nacional Ambiental.

6. MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

404

1. PNUD. (2014). *Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia. Insumos para la discusión*. Bogotá D. C.: Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD) con el apoyo de Cooperación Alemana

2. Fundación Paz y Reconciliación. (2015). *Lo que hemos ganado*. <http://www.pares.com.co/wp-content/uploads/2015/02/Descargue-Informe-Completo.pdf>

405

1. Ledec, G., & Quintero, J. D. (2003). *Good and bad dams, environmental criteria for site selection of hydroelectric projects. Sustainable Development Working Paper No. 16*. Banco Mundial Región Latinoamérica y el Caribe.

2. IDEAM. (2001). *Estudio Ambiental de la Cuenca Magdalena – Cauca y elementos para su Ordenamiento Territorial. Cormagdalena*.

3. IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá, D. C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

4. UPME. (2014). *Plan de expansión de referencia Generación-Trasmisión 2014-2028*. República de Colombia: Unidad de Planeación Minero Energética - Ministerio de Minas y Energía.

5. UPME. (2015). *Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano. Junio de 2015*. República de Colombia. Retrieved from http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Junio_2015.pdf

6. UPME. (2015). *Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia*. República de Colombia: Ministerio de Minas y Energía.

7. Jiménez-Segura, L. F., Álvarez-León, R., Gutiérrez-Bonilla, F., S. Hernández, S., Valderrama, M., & Villa-Navarro, F. (2011). La pesca y los recursos pesqueros en los embalses colombianos. En C. A. Lasso, F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez-Gil, & R. E. (Eds. . Ajiaco- Martínez (Eds.), *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia* (pp. 233–282). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

8. Fu, B., Wang, Y. K., Xu, P., Yan, K., & Li, M. (2014). Value of ecosystem hydropower service and its impact on the payment for ecosystem services. *Science of The Total Environment*, 472, 338–346.

9. Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 67–98.

10. Leguía, E. J., Locatelli, B., Imbach, P., Pérez, C., & Vignola, R. (2008). Servicios ecosistémicos e hidroenergía en Costa Rica. *Revista Ecosistemas*, 17(1).

11. Guo Z. W., Xiao X. M., & Li, D. M. (2000). An assessment of ecosystem services: Water flow regulation and hydroelectric power production. *Ecological Applications*, 10, 925–936.

12. McAllister, J., Craig, F., & Davidson, N. (2001). Biodiversity impacts of large dams. Background Paper Nr. 1 (p. 68). International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and the United Nations Environmental Programme -IUCN. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.392.9398&rep=rep1&type=pdf> Acceso: agosto 6 de 2015.

13. Márquez, G. E. (1996). *Ecosistemas Estratégicos y otros Estudios de Ecología Ambiental*. Santafé de Bogotá, D.C.: Fondo FEN Colombia.

14. Hoesinghaus, D. J., Agostinho, A. A., Gómez, L. C., Pellicie, F. M., Okada, E. K., Latini, J. D., Kashiwagi, E. & Winemiller, K. O. (2009). Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation Biology*, 23(5), 1222–1231.

15. Jiménez-Segura, L. F., Maldonado-Ocampo, J. A., & Pérez-Gallego, C. M. (2014). Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado. *Biota Colombiana*, 15(2), 61–80.

16. García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: Centro de Investigaciones Económica y Social Fedesarrollo.

17. MAVDT. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá, D.C. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT.

18. Reyes, M. (2013). Importancia económica de la provisión y regulación hídrica de los parques nacionales naturales de Colombia para los sectores productivos del país. In *IV Memorias de las VI Jornadas de la Asociación Argentina Uruguaya de Economía Ecológica 26-29 de Noviembre de 2013*. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales.

19. MADS, & PNUD. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

20. Olmsted, L. L., & Bolin, J. W. (1996). Aquatic biodiversity and the electric utility industry. *Environmental Management*, 20(5), 805–814.

21. Poole, A. D. (1993). Hydropower and its constraints. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 73.

22. Tullos, D. D., Foster-Moore, E., Magee, D., Tilt, B., Wolf, A. T., Schmitt, E., Gassert, F. & Kibler, K. (2013). Biophysical, socioeconomic, and geopolitical vulnerabilities to hydropower development on the Nu River, China. *Ecology and Society*, 18(3), 16.

23. Wang, G., Fang, Q., Zhang, L., Chen, W., Chen, Z., & Hong, H. (2011). Valuing the effects of hydropower development on watershed ecosystem services: Case studies in the Jiulong River Watershed, Fujian Province, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 88(3), 363–368.

24. Ruiz, B. J., & Rodríguez-Padilla, V. (2006). Renewable energy sources in the Colombian energy policy, analysis and perspectives. *Energy Policy*, 34(18), 3684–3690.

25. Dyrer, I., Olaya, Y., & Franco, C. (2011). An Enabling Framework for Wind Power in Colombia: What are the Lessons from Latin America? *CeIBA Complejidad, Universidad Nacional de Colombia*.

26. Casparly, G. (2009). Gauging the future competitiveness of renewable energy in Colombia. *Energy Economics*, 31(3), 443–449.

27. Elozegi, A., & Sabater, S. (2013). Effects of hydro-morphological impacts on river ecosystem functioning: a review and suggestions for assessing ecological impacts. *Hydrobiologia*, 712(1), 129–143.

28. Dudgeon, D. (2013). Anthropocene Extinctions: Global Threats to Riverine Biodiversity and the Tragedy of the Freshwater Commons. En *River Conservation: Challenges and Opportunities* (pp. 129–165). Bilbao: Fundación BBVA.

29. Wieringa, M. J., & Morton, A. G. (1996). Hydropower, adaptive management, and biodiversity. *Environmental Management*, 20(6), 831–840.

30. Dahm, C., Boulton, A., Correa, L., Kingsford, R., Jenkins, K., & Sheldon, F. (2013). The role of science in planning, policy and conservation of river ecosystems. En S. Sabater & A. Elozegi (Eds.), *River conservation: challenges and opportunities*. Bilbao: Fundación BBVA.

31. Mattice, J., Fraser, M., Ragone, S., Daugherty, D., & Wisniewski, J. (1996). Managing for biodiversity: Emerging ideas for the electric utility industry—summary statement. *Environmental Management*, 20(6), 781–788.

32. Palmer, M. A., & McDonough, O. T. (2013). Ecological restoration to conserve river ecosystem services. En S. Sabater & A. Elozegi (Eds.), *River conservation: Challenges and opportunities*. Bilbao: Fundación BBVA.

33. Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F., & Rey-Benayas, J. M. (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(10), 541–549.

34. Andrade, G. I., Valderrama, E., Vanegas, H. A., & Caro, S. G. (2013). Regeneración del hábitat en áreas con presencia documentada de especies amenazadas. Una contribución a la conservación asociada a la operación del proyecto Central Hidroeléctrica Miel 1, cordillera Central de Colombia, departamento de Caldas. *Revista Biota Colombiana*, 14(2), 313–326.

35. De Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2007). *Valoración de humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico de Ramsar*. Número 3 del CBD, No.

36. Zheng, T., Qiang, M., Chen, W., Xia, B., & Wang, J. (2015). An externality evaluation model for hydropower projects: A case study of the Three Gorges Project. *Energy*.

37. Palau, A., & Prieto, C. (2009). Hidroelectricidad, embalses y cambio climático. *Ingeniería del agua*, 16(4), 311-324.

38. Maisonnave, R. (1984). *Problemas hidrológicos y de erosión en las cuencas hidroeléctricas. Memorias del primer taller nacional de investigación sobre cuencas experimentales*. Montevideo: MAP/INC/Colorado State University/IICA.

39. Anderson, E. (2013). *Desarrollo hidroeléctrico y servicios ecosistémicos en Centroamérica. (IDB Technical Note; 518)*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://www1.iadb.org/ital/intalcdi/PE/2013/12636.pdf> Acceso: agosto 6 de 2015.

406

1. MADS & PNUD. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

407

1. TEEB. (2010). *Ecological and Economic Foundations*. Londres: The Economics of Ecosystems and Biodiversity.

2. Hofstede, R. (2008). Los servicios del ecosistema páramo: Una visión desde la evaluación de ecosistemas del milenio. En P. Mena (Ed.), *Páramo* (pp. 5–16). Quito: Órgano de difusión del grupo de trabajo en páramos del Ecuador.

3. Malagón, D. (2009). Suelos del páramo Colombiano. En O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad biótica III. La región de vida paramuna*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

4. Buytaert, W., Celleri, R., De Bievre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., & Deckers, J. (2006). impact on the hydrology of the Andean Páramos. *Earth-Science Reviews*, 53–72.

5. Hincapié, J. C., Barbosa, C., Argüello, C., Ramírez, D., Salazar, F., & Ville, J. (2002). Transformación y cambio en el uso del suelo en los páramos de Colombia en las últimas décadas. En IDEAM (Ed.), *Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición de HotSpot y Global Climatic Tensor*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

6. Tobón, C. (2007). Manejo de cuencas: Dinámica del servicio hídrico, mantenimiento de caudales, estabilización de flujos, mantenimiento de calidad de agua, control de erosión y sedimentación y conservación de biodiversidad acuática. En *Presentación del taller Investigaciones sobre servicios ambientales en ecosistemas de montaña en los Andes del norte y centro*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

7. Celleri, R., & De Bievre, B. (2007). *Implicaciones del manejo del suelo para la dinámica hídrica en zonas de montaña. Identificación de mejores prácticas para optimizar servicios hídricos en la región*.

408

1. Etter, A., McAlpine, C., & Possingham, H. (2008). Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 2–23.

2. Etter, A., Sarmiento, A., & Romero, M. H. (2010). Land Use Changes (1970–2020) and the Carbon Emissions in the Colombian Llanos. En M. J. Hill & N. P. Hanan (Eds.), *Ecosystem Function in Savannas: Measurement and Modeling at Landscape to Global Scales* (pp. 83–402). Boca Raton: CRC Press. Taylor and Francis Group.

3. Romero, M. H., Etter, A., Sarmiento, A., & Tansey, K. (2010). Spatial and temporal variability of fires in relation to ecosystems, land tenure and rainfall in savannas of northern South America. *Global Change Biology*, 16, 2013–2023

4. Andrade, G., Rodríguez, M. G., Castro, L. G., Durán, A., Rudas, G., Uribe, E., & Willis, E. (2009). *La Mejor Orinoquia que Podemos Construir. Elementos para la Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo*. Bogotá: Corporinoquia, Universidad de Los Andes, Foro Nacional Ambiental y Friedrich Ebert Stiftung (FESCOL)

5. De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3), 260–272

6. Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias, P., & Zuluaga, P. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

409

1. Ramsar. (2008). Declaración de Changwon sobre el bienestar humano y los humedales. In *10ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención de Ramsar sobre los Humedales*. Changwon - República de Corea: Secretaría Convención de Ramsar.

2. Marín, M., Bravo, J., Sandoval, L., Biamonte, E., & Criado, J. (2010). *Conservación de los Humedales y Bienestar Humano en Centroamérica*. SEO/BirdLife, FUNGAP y Unión de Ornitólogos de Costa Rica.

3. Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J., & Aponte, C. (2014). *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

4. WRI. (2005). *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de síntesis*. Washington, D.C.: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute (WRI).

5. Sen, A. (1984). *Resources, Values and Development*. Oxford: Basil Blackwell.

6. Encuesta Nacional de hogares. 2005-DANE.

410

1. MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2. Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. A. (2016). Lista Roja de los Ecosistemas Terrestres de Colombia. Ficha 206. En M. F. Gómez, L. A. Moreno, & G. I. Andrade (Eds.), *Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia*. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

411

1. Quist, D. (2010). *Vertical (trans)gene flow: Implications for crop diversity and wild relatives*. Penang, Malasia: Third World Network.

2. Gepts, P., & Papa, R. (2003). Possible effects of (trans)gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives. *Environmental Safety Research*, 2, 89–103.

3. Thomas, E., Tovar, E., Villafañe, C., Bocanegra, J., & Moreno, R. (En prep.). *An assessment of the distribution, genetic diversity and potential spatiotemporal scale of alien gene flow in rice crop wild relatives (Oryza spp.) in Colombia*. Bogotá, D.C.

Autores

A	
Andrés R. Acosta Galvis ¹	102 105 108
Mauricio Aguilar ¹	308
Daniel Amariles ^{1,27}	103
Paula Amaya ²	206 207
Ángela Andrade ³	206
Sergio Andrés Aranguren ¹	302
Enrique Arbeláez-Cortés ¹	102
Alexandra Areiza ¹	303 304
Paulo A. Arévalo ^{2,4}	206 207

B	
Nestór Beltrán ^{1,27}	101
Juan Mauricio Benítez ^{1,27}	103
Leonardo Bocanegra ¹	302 411
Kevin Giancarlo Borja ¹	102
Leonardo Buitrago ^{1,27}	101
Clarita Bustamante Z. ¹	309

C	
Eduardo Andrés Cadena-Marín ¹	409
Camilo Esteban Cadena-Vargas ¹	204
Alejandro Castaño-Naranjo ⁵	202
Luis Guillermo Castro ¹	401
Ricardo Claro ⁶	301
Diego Córdoba ¹	410
Jimena Cortés-Duque ¹	409
Germán Corzo ¹	303 402 410
Hermes Cuadros ⁷	202
Alexi Cusva ^{1,8}	203

D	
Julián Díaz-Timoté ¹	408
Carlos Luis DoNascimento ¹	102

E	
Dairo Escobar ^{1,27}	103
María Doris Escobar ^{1,9}	203
Diana Espitia-Reina ¹	102
Lina M. Estupiñán Suárez ¹	205
Andrés Etter R. ²	206 207 410

G	
Hernando García ¹	107 108 202 410
Iván González ¹	101 103
Angie Daniela González ^{1,27}	101
Mailyn A. González ¹	104
Fabio Arturo González ¹⁰	102 108
Juan Camilo González Vargas ¹¹	408
Roy González-M. ^{1,12}	107 108 202
Manuel R. Guariguata ¹³	308

H	
Ana María Hernández ¹	302

I	
Álvaro Idárraga ¹⁵	202
Paola Isaacs ¹	202 308 410

J	
Úrsula Jaramillo ¹	205
Rubén Darío Jurado ¹⁶	202

L	
Diana Lara ¹	401 403 405
Carlos A. Lasso ¹	109 201 203
Olga León ¹	106
María Cecilia Londoño ¹	103 203
Magnolia Longo ¹⁷	405
René López ¹⁸	202

M	
César Marín ¹	106
Clara L. Matallana ¹	303 304
Claudia A. Medina ¹	102 108
Humberto Mendoza ¹	102
Ángela María Mendoza ¹	104
Julia Mendoza ¹	305
Carolina Mora-Fernández ¹¹	408
Mónica A. Morales-Betancourt ¹	109
Rodrigo Moreno ¹	301 302 411
Sandra Liliana Mosquera ¹	404 406
Carolina Murcia ²	308

N	
Margarita Nieto ¹	305 407

O	
María Helena Olaya ¹	203
Ricardo Ortiz ^{1,27}	101
Alejandra Osejo ¹	305

P	
Alejandro Parra ¹	301
Ángela Parrado-Rosselli ¹⁸	107
Jorge E. Patiño ¹	205
Esteban Payán Garrido ¹⁹	306
Lourdes Peñuela R. ²⁰	309
Heidi Pérez-Moreno ¹	106
Karen Pérez ²¹	202
Mario Alejandro Pérez ²²	403
María Pinzón ¹¹	408
Camila Pizano ²³	108 202
Marcela Portocarrero-Aya ¹	402

R	
Wilson Ramírez ¹	308
John Jairo Ramírez ¹⁵	405
María Eugenia Rinaudo ¹	302
Alexander Rincón ¹	401 403
Susana Rodríguez-Buriticá ¹	410
Alicia Rojas ²⁴	202
Johnny Harold Rojas ²²	403
César Rojas ¹	405

S	
Paula Sánchez-Duarte ¹	201
Carlos Enrique Sarmiento ¹	204 307 407
Karen Soacha ^{1,27}	101

T	
Edwin Tamayo ¹	404 406
Carlos Tapia ¹	404 406
Elkin Tenorio ¹	104
Evert Thomas ²⁵	108 308 411
Eduardo Tovar ¹	104 411

U	
Paula Ungar ¹	305

V	
Álvaro Vásquez ²	108
Hernando Vergara-Varela ²⁶	202
María Isabel Vieira Muñoz ¹	408
Martín von Hildebrand ¹⁴	306

W	
Talía Waldrón ¹	408

Z	
Jessica Zapata ¹	305 307 407

Colaboradores y agradecimientos

201	
Agradecimientos	
A Carlos DoNascimento, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, foto de <i>Rhizosomichthys totae</i> , correspondiente a uno de los cuatro ejemplares no tipos que componen el lote USNM 120130 del National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.	

202	
Agradecimientos	
A René López, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y Hermes Cuadros, Universidad del Atlántico.	

203	
Agradecimientos	
A Brigitte L.G. Baptiste por el apoyo incondicional.	

Agradecimientos generales	
A María Isabel Vieira, Carolina Barrero, Enrique Arbeláez, Marnix Becking, Margarita Nieto, Alejandra Osejo y Marcela Portocarrero por su rol de revisores internos sobre las versiones iniciales de las fichas.	

Agradecimientos	
A Camilo Cadena y Jessica Zapata por el apoyo en temas de sistemas de información geográfica.	

Agradecimientos	
A Carlos Cubillos por la elaboración de íconos y sus aportes en el proceso creativo.	

Agradecimientos	
Al equipo jurídico y administrativo de la Subdirección de Investigaciones.	

Agradecimientos	
A María Cristina Ruiz, Ana María Rueda, Luz Helena Oviedo, Diana Rengifo, Ximena Borré Torres y Mauricio Ramírez por sus aportes y experiencia durante el proceso editorial.	

Agradecimientos	
Un agradecimiento especial a todos los investigadores, personal administrativo y del área de sistemas, oficina jurídica y directivas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.	

Agradecimientos	
A Juan Carlos Bello por ser fuente de inspiración de este proyecto.	

103	
Colaboradores	
Valentina Grajales, Investigadora, y Nicolás Mejía, Pasante Comunicaciones, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - SIB Colombia.	

301	
Colaboradores	
Cristina Rueda Uribe, Estudiante, Universidad de Los Andes.	

304	
Agradecimientos	
A la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de la Gobernación de Casanare, Sirap Orinoquia y Sirap Eje Cafetero.	
A Luz Teresa Ayala, Funcionaria, Gobernación de Casanare.	

307	
Agradecimientos	
A Jerónimo Rodríguez Escobár, Investigador Proyecto Río Protegido.	

307	
Agradecimientos	
A René López, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y Hermes Cuadros, Universidad del Atlántico.	

306	
Agradecimientos	
A Edwin Agudelo Córdoba, Instituto de Investigaciones Amazónicas (Sinchí); Gustavo Polo Romero, Fundación Humedales; Juan Carlos Alonso, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap); Luz Fernanda Jiménez, Universidad de Antioquia; Mauricio Valderrama Barco, Fundación Humedales; Paula Sánchez, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Rosa Elena Ajiaico Martínez, Universidad de los Llanos, por sus valiosas sugerencias para el mejoramiento de este trabajo.	

306	
Agradecimientos	
A Jorge Velázquez, César Gutiérrez, Iván González y Daniel López, Laboratorio de Biogeografía Aplicada y Bioacústica (LBAB), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, por el apoyo y aportes en desarrollo de este trabajo.	

306	
Colaboradores	
Germán Corzo, Hernando García y Carlos Sarmiento, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.	

408	
Agradecimientos	
A Oleoducto Bicentenario de Colombia S.A.S., financiador del proyecto.	

411	
Colaboradores	
Carolina Villafañe, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Eugenia Ponce De León Chauv, asesora jurídica ambiental independiente.	



TANTO EL DISEÑO EDITORIAL COMO EL INFOGRÁFICO RESULTAN DE COMPLEJOS PROCESOS DE ANÁLISIS Y CREACIÓN.

Entender el espacio y sus elementos, proyectar todas las variables, repensar soluciones, buscar nuevas rutas, dedicar tiempo y cuidado a los detalles, aprender a contar historias y trascender los límites del color y la representación son pequeñas piezas de gran complejidad que dan forma a una estructura mucho mayor, un libro infográfico, un ecosistema.

En *Biodiversidad 2015* la naturaleza, en cualquiera de sus escalas, nos enseña cómo cada una de sus piezas inherentes le dan forma al planeta Tierra, como si de un proyecto de diseño se tratara.

Mateo L. Zúñiga
Director de arte

.Puntoaparte
bookvertising

LA PERSPECTIVA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO APLICADA A LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CONSTITUYE UNO DE LOS RETOS MISIONALES MÁS IMPORTANTES DEL INSTITUTO HUMBOLDT. POR ESTE MOTIVO, PRESENTAMOS A USTEDES CON MUCHA SATISFACCIÓN ESTE NUEVO REPORTE, EL CUAL CONSTITUYE LA EVIDENCIA DE NUESTRO ESFUERZO PARA CONSTRUIR, CON MÚLTIPLES LENGUAJES, UNA LÍNEA DE TRABAJO QUE PERMITA EVALUAR TENDENCIAS Y PROYECTAR ESCENARIOS PARA LA MEJOR GESTIÓN DE NUESTROS RECURSOS BIOLÓGICOS.

BIODIVERSIDAD 2015, ABRE UN ESPACIO PARA INCREMENTAR LA VISIBILIDAD DE TODAS Y CADA UNA DE LAS INICIATIVAS QUE SE ADELANTAN, A SABIENDAS DE QUE LA POSIBILIDAD DE ENCONTRAR NUEVAS RESPUESTAS Y MEJORES PRÁCTICAS NO DEPENDE DEL INSTITUTO NI DE NINGUNA INSTANCIA EN PARTICULAR, SINO DE LA CAPACIDAD COLECTIVA DE APRENDIZAJE. ASÍ, SE ESPERA QUE ESTE NUEVO PASO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN PRODUCTO COLABORATIVO SEA DEL INTERÉS DE TODOS Y NOS PERMITA AVANZAR EN ESA DIRECCIÓN.

Brigitte L. G. Baptiste

Directora General

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Miembro del Panel Intergubernamental de Biodiversidad – IPBES 2015/2018

ISBN: 978-958-8889-84-9



9 789588 888984



[reporte.humboldt.org.co/
biodiversidad/2015](http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015)

