Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap)

(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Adriana Hurtado Guerra, Marcela Santamaría Gómez y Clara Matallana Tobón

INSTITUTO HUMBOLDT COLOMBIA

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MinAmbiente

Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap)

(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Adriana Hurtado Guerra, Marcela Santamaría Gómez y Clara L. Matallana Tobón

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2013
Los textos pueden ser citados total o parcialmente citando la fuente.

Autoras
Adriana Hurtado Guerra, Marcela Santamaría Gómez y Clara L. Matallana-Tobón.

Asistencia editorial
Lina Cristina Vásquez y Andrea Sabogal.

Revisión de textos
Miguel Olaya, Editor Programa de Comunicaciones, Instituto Humboldt (2012).

Fotografías
Banco de Imágenes Ambientales-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, A. Hurtado y M. Walschburger.

Fotografía de carátula
Valle de Lagunillas, PNN El Cocuy. Foto: R. Cuervo. (www.robincuervo.com)

Diseño y diagramación
Carolina Hernández (Parques Nacionales Naturales de Colombia) y Ediprint Ltda.

Impresión
Ediprint Ltda.
Impreso en Bogotá, D. C., Colombia, diciembre de 2013, 500 ejemplares

Citación sugerida
Obra completa: Hurtado Guerra A., Santamaría Gómez M. y Matallana Tobón C.L. 2013. Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap): Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 200 pp.

Estudios de caso: Trujillo F., S. Usma, L.F. Ricaurte y M.C. Diazgranados. 2013. Inclusión de ecosistemas acuáticos como objetos de conservación en áreas protegidas: Amazonia como caso de estudio. Pp. 79-88. En: Hurtado A., Santamaría M. y Matallana-Tobón C.L. Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap): Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Parques Nacionales Naturales. Bogotá, D. C., Colombia.200 pp.

Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) / Adriana Hurtado Guerra, Marcela Santamaría Gámez y Clara L. Matallana Tobón. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2013.

200 p.: fotog. col.; 16.5 x 25 cm. Incluye bibliografía y tablas
ISBN: 978-958-8343-88-4

1. SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS – COLOMBIA 2. PARQUES NATURALES – COLOMBIA 3. CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES – COLOMBIA 4. POLITICA AMBIENTAL – COLOMBIA. I. Hurtado Guerra, Adriana. II. Santamaría Gómez, Marcela. III. Matallana Tobón, Clara L. IV. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. V. Parques Nacionales Naturales de Colombia. VI. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. VII. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

CDD: 333.783 Ed. 23
Número de contribución: 490
Registro en el catálogo Humboldt: 14929

Catalogación en la publicación – Biblioteca Instituto Humboldt – Nohora Alvarado

Responsabilidad: 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 Investigaciones 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.

Brigitte L.G. Baptiste
Directora
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Julia Miranda Londoño
Directora General
Parques Nacionales Naturales

Secretarios Técnicos de la Mesa de Investigación y Monitoreo:
Marcela Santamaría 2009-2010
Adriana Hurtado 2009-2010
María Carolina Barrero 2011
Andrea Sabogal 2012
Clara L. Matallana 2013

Apoyo a la Secretaria Técnica:
Lina Cristina Vásquez 2013

Agradecimientos: Agradecemos a todas las personas que han aportado a la construcción de los avances del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap, especialmente a Lorena Franco, María Elfi Chaves, a todas las pertenecientes a las entidades firmantes del convenio específico de la Mesa de Investigación y Monitoreo, y a todos los invitados a los talleres realizados para la formulación de los planes específicos de los temas de conectividad, servicios ecosistémicos y sistemas acuáticos continentales. Especial agradecimiento a la Fundación Natura, IGAC e Ideam por facilitar espacios físicos para la realización de los talleres. También al Grupo de trabajo del Área de Comunicaciones de Parques Nacionales Naturales de Colombia, a Luis Alfonso Cano, Fanny Suárez y Carolina Hernández por su apoyo en la diagramación del libro; así como a Lina Cristina Vásquez por su apoyo en las labores editoriales y búsqueda de fotografías.

Índice

Presentación (Brigitte L. G. Baptiste) 7

Presentación (Julia Miranda) 9

Prefacio (María Elfi Chaves) 11

Entidades Integrantes de la Mesa 13

Introducción 49

I. La Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM): contexto general y marco de referencia de su trabajo 53

II. La investigación y el monitoreo: herramientas de planificación y gestión del Sinap 59

III. El Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap: un proceso dinámico, construido de manera concertada y enfocado en prioridades temáticas 65

A. Representatividad del Sinap en el nivel de especies 67

Elementos de discusión y requerimientos de investigación y monitoreo 68

1. Especies y grupos de especies en los cuales enfocarse para complementar la representatividad del Sinap 69

2. Planificación de la investigación y el monitoreo de especies en el Sinap desde la perspectiva de pérdida de biodiversidad y riesgo de extinción 71

3. Ausencia de los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad biológica en los objetivos de conservación del Sinap 73

4. Modelamiento de la diversidad y riqueza de especies como herramienta esencial para la de toma de decisiones en el Sinap 73

5. Contribución del Sinap al mantenimiento de poblaciones viables de las especies objeto de conservación 74

6. Conservación de la diversidad genética al interior de las especies objeto de conservación en el Sinap 75

7. Los inventarios de biodiversidad y el monitoreo en el nivel de especies como base del sistema de toma de decisiones del Sinap 76

B. Representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en el Sinap 78

Elementos de discusión 80

1. Representación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en las prioridades nacionales de conservación 80

2. Consideraciones acerca de los modelos para la identificación y clasificación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales que existen en el país 80

Requerimientos de investigación y monitoreo 82

Aportes conceptuales y metodológicos 84

C. Conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap 99

Elementos de discusión 100

1. Objetivos de la conectividad en el marco del Sinap 100

2. Aspectos relevantes en la definición y el diseño de estrategias de conectividad 101

Requerimientos de investigación y monitoreo 103

Aporte conceptual y metodológico 104

D. Contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos 123

Elementos de discusión y requerimientos de investigación y monitoreo 123

1. Reconocimiento de los servicios ecosistémicos más allá de los básicos: identificación y caracterización 123

2. Relaciones culturales con el territorio: servicios ecosistémicos culturales..... 124

3. Corresponsabilidad sectorial en el tema de los servicios ecosistémicos..... 125

4. Valoración económica de los servicios ecosistémicos 125

5. Aporte del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos 126

Aportes conceptuales y metodológicos 126

IV. Perspectivas de la Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM): un nuevo escenario con una mayor participación de actores 173

Bibliografía 177

Presentación

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, como entidad encargada de realizar investigación científica sobre la biodiversidad del país, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos, se adhirió en julio de 2010 a la segunda fase del Memorando de Entendimiento (MdE) para la implementación de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas Sinap. Con la firma de este memorando el Instituto se comprometió a continuar liderando, como lo ha venido haciendo desde 2009, la Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM), instancia de trabajo en la que confluyen una gran diversidad de actores institucionales que, por su naturaleza, tienen diferentes roles frente al Sinap.

Actualmente la MIM está constituida por 34 instituciones que incluyen ministerios, autoridades ambientales, institutos de investigación y organizaciones no gubernamentales, lo cual garantiza un escenario ideal para proponer lineamientos que orienten la investigación y el monitoreo en el Sinap y así generar información que sustente la toma de decisiones para la gestión hacia la consecución de los objetivos generales de conservación como sistema, el cual está compuesto por el conjunto de áreas protegidas nacionales, regionales y locales, públicas o privadas existentes en el país, los actores sociales e institucionales, las estrategias complementarias de conservación e instrumentos de gestión que las articulan.

El Plan de Investigación y Monitoreo, que hoy se pone a disposición de todos los actores del Sinap, es el resultado del trabajo conjunto del Instituto Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Invemar, Ideam y el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (antes Ministerio de Ambiente,

Vivienda y Desarrollo Territorial); dichas instituciones constituyeron un grupo base inicial de la MIM, que a través de la secretaria técnica, promovieron la realización de talleres con expertos que condujeron a la priorización de preguntas de investigación por líneas temáticas, con el fin de guiar la generación de información que contribuyera a la consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

En esta publicación del Plan de Investigación y Monitoreo se desarrollan cuatro líneas temáticas priorizadas: representatividad en el nivel de especies, representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales, conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas, y por último la contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos. Se deja planteada la línea de capacidad de respuesta adaptativa del Sinap a los factores determinantes de cambio global ambiental y la necesidad de abordar las mismas temáticas para el ámbito marino en una futura actualización de este instrumento.

Para el desarrollo de las líneas mencionadas es necesario resaltar que el Sinap es más que la suma de sus partes y que las áreas protegidas deben estar en constante interacción, por tal motivo su consolidación debe realizarse teniendo en cuenta otras estrategias de conservación, así como la estructuración ecológica del territorio. Se espera que este instrumento permita tener en cuenta lo antes mencionado y además de orientar las acciones para el cumplimiento de los objetivos 9 y 10 del Sinap promueva sinergias con las otras mesas técnicas y grupos de trabajo, que tienen bajo su responsabilidad la implementación de los demás objetivos del plan de acción del Sinap.

Brigitte L.G. Baptiste
Directora General
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Presentación

Parques Nacionales Naturales de Colombia, como responsable de la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), considera de gran importancia impulsar el desarrollo e implementación de las acciones que le permitan al país contar con un sistema de áreas protegidas completo, ecológicamente representativo y eficazmente gestionado, que sirvan de soporte para el desarrollo sostenible del país y que permitan el cumplimiento de los compromisos que en este tema suscribió Colombia en el marco del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas adoptado durante la séptima reunión de la Conferencia de las Partes (COP 7) del Convenio sobre Diversidad Biológica.

Una de estas acciones es el Memorando de Entendimiento (MdE), que es la instancia articuladora de carácter técnico y político que propicia la participación y coordinación de actores gubernamentales y no gubernamentales del orden nacional, regional y local con el fin de apoyar la implementación del Plan de Acción del Sinap a través de los planes de trabajo que se han definido para las mesas temáticas del MdE. El Memorando viene operando desde el año 2005 y en su segundo período 2010-2015 está suscrito por 56 entidades públicas y privadas que han venido definiendo e implementando el plan de trabajo para cada una de las mesas temáticas conformadas, las cuales contribuyen a la implementación del Plan de Acción del Sinap.

Una de las mesas temáticas es la "Mesa de Investigación y Monitoreo", que viene operando desde el año 2008 y cuya secretaría técnica está a cargo del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y que en esta oportunidad pone a disposición de toda la comunidad interesada

el Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap, que definitivamente se constituye en el punto de referencia para estos temas en las escalas local, regional y nacional.

Quiero agradecer al Instituto Humboldt, que ha liderado la Mesa desde hace más de cuatro años y a todas las personas y entidades que han trabajado en la construcción y consolidación de esta publicación estando segura que será fundamental en el fortalecimiento del Plan de Acción del Sinap y en el cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación.

Julia Miranda Londoño
Directora General
Parques Nacionales Naturales de Colombia

Prefacio

La planificación y el manejo territorial sostenible en Colombia no son tarea fácil; en un solo paisaje convergen múltiples intereses, formas de percepción, uso y manejo de un territorio, que van desde las cosmogonías y los sistemas productivos milenarios de las comunidades indígenas hasta las grandes plantaciones agroindustriales y la minería. Ahí, en esos paisajes colombianos, la conservación *in situ* y el manejo sostenible de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos también ocupan un espacio, plantean unos retos de planificación y persiguen unos objetivos. Todas estas acciones humanas generan una huella, a veces ligera y en otros casos unos cambios radicales en la cobertura vegetal y dinámica ecológica del paisaje. Para todos los actores involucrados en el manejo del territorio, el principal reto es lograr la armonización de las actividades, mediante un proceso de planificación y manejo que permita que todas ellas se desarrollen.

En estos paisajes es donde se expresa principalmente el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) a través no sólo de redes ecológicas conformadas por áreas protegidas de diferentes categorías, y las herramientas de manejo del paisaje que las conectan, sino de la unión de esfuerzos entre instituciones, comunidades e individuos que buscan contribuir y alcanzar los objetivos de conservación planteados a nivel regional y local. Y está la otra escala del Sinap, la nacional, sin expresión en un paisaje específico, pero buscando plantear lineamientos de planificación y de acción en el territorio nacional.

Es en el marco del Sinap y su principal herramienta de colaboración interinstitucional, el Memorando de Entendimiento, donde la Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM) se establece como un espacio de discusión y concertación entre instituciones, para pensar y promover investigación y monitoreo para el

sistema de áreas protegidas. Vale resaltar que este sistema, que es más que la sumatoria de sus partes, exige de la MIM un plan de investigación y monitoreo sistémico.

Durante el periodo 2009-2012, el trabajo de discusión y concertación de la MIM se centró en cuatro temas que van más allá de las áreas protegidas individuales: la representatividad del Sinap en el nivel de especies, la inclusión explícita y urgente de los sistemas ecológicos acuáticos continentales como prioridades de conservación del Sinap, la conectividad de las áreas protegidas y de los subsistemas que conforman y el papel del Sinap en la generación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Resulta ahora fácil enumerar los temas. El proceso de su definición por el grupo núcleo de la MIM en aquel momento fue un ejercicio de construcción del Sinap, de la red interinstitucional que permite que éste sea más que la sumatoria de sus partes, dejando a un lado prioridades e intereses particulares de cada institución para pensar en sistema.

Esta publicación reúne los resultados de largas discusiones para lograr consensos, construir bases conceptuales e identificar disensos, vacíos de conocimiento, necesidades de información y prioridades de investigación y monitoreo en cada tema. Las instituciones que apoyaron el proceso lo hacen porque entienden que los resultados obtenidos en estos ejercicios, no pueden perderse en documentos que unos pocos conocen; deben servir para avanzar, un paso a la vez, en un proceso tan largo y tan dinámico como lo es la consolidación del Sinap mismo, y en especial, deben nutrir esas expresiones locales y regionales del Sinap donde sus redes ecológicas, institucionales y humanas aportan a la armonización de las diferentes necesidades de uso y perspectivas de un solo territorio.

María Elfi Chaves

Entidades Integrantes de la Mesa

Corporación Autónoma Regional de Risaralda

Carder

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder) es un ente corporativo de carácter público, creada por ley, dotada de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, que tiene como objeto la ejecución de las políticas, los planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La entidad tiene como misión administrar el medio ambiente y los recursos naturales renovables en el departamento de Risaralda y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La Carder surge como respuesta a una problemática de riesgos identificada en el tramo urbano del río Otún (Pereira: entre 1926 y 1979 se presentaron en la zona deslizamientos e inundaciones que causaron más de 250 muertos y muchas viviendas afectadas), que llevó a que la Gobernación de Risaralda presentara al Gobierno Nacional un proyecto en 1979, el cual a su vez fue presentado al Gobierno de los Países Bajos, como una solicitud de cooperación técnica internacional.

A partir de julio de 1984, la Carder se convirtió en máxima autoridad ambiental del Departamento, al asumir las funciones que hasta ese momento ejercía el Inderena: aprovechamiento de bosques, control y vigilancia forestal, otorgamiento de concesiones de agua, manejo y control de la explotación de materiales de arrastre de ríos y quebradas, control a la contaminación en acueductos del departamento, control a la contaminación industrial - permisos de vertimiento, disposición de basuras en cabeceras municipales, supervisión de plantaciones forestales y saneamiento ambiental en el sector Cerritos, Pereira.

Avenida de las Américas con Calle 46 # 46-40
(6) 315 1081
Pereira, Risaralda
www.carder.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique

Cardique

Misión

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique) en su área de jurisdicción como máxima autoridad ambiental encargada de administrar el medio ambiente y los recursos naturales, propende por el desarrollo sostenible de las comunidades y distintos sectores productivos en sus tres (3) ecorregiones: Canal del Dique, Montes de María y Zona Costera - Ciénaga de La Virgen , mediante la ejecución de planes, programas y proyectos ambientales, utilizando su capacidad técnica innovadora, humana e investigativa.

Visión

Ser reconocida como la Corporación Autónoma Regional líder en la Costa Caribe colombiana por la efectiva gestión ambiental en los municipios de sus tres ecorregiones, incentivando en las comunidades de sus municipios una actitud de cambio frente al uso, conservación, recuperación y mejoramiento del ambiente con un sentido de compromiso generacional de manera participativa y concertada, que afiance a mediano y largo plazo el desarrollo sostenible en su jurisdicción.

Transversal. 52 # 16-190. Barrio El Bosque, Sector Manzanillo
(5) 669 4666
Cartagena de Indias, Bolívar
www.cardique.gov.co

Corporación Autónoma Regional de Sucre

Carsucre

La Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre) tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, el manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Carsucre se propone contribuir a la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas estratégicos para impulsar el desarrollo regional en las subregiones Montes de María, Golfo de Morrosquillo, Sabanas y la región concertada Sina.

Objetivos específicos:

- Establecer acciones de recuperación, manejo integrado en las zonas costeras en función de la política nacional y la legislación vigente, acorde con las características y los recursos ecológicos, socioeconómicos y culturales propios del litoral.
- Establecer acciones de manejo integrado de aguas subterráneas en la jurisdicción para propender por la asignación y el uso eficiente de las aguas subterráneas por parte de los actores institucionales, sociales y económicos en la jurisdicción.
- Proteger y conservar acuíferos, humedales, reservorios de agua, zonas de nacimientos de agua, estrellas hidrográficas y zonas de recarga de los acuíferos, con miras a aumentar la capacidad de retención de agua de los ecosistemas asociados al recurso hídrico superficial y subterráneo.
- Promover la conservación y el uso sostenible de los bosques e incentivar su restauración ecológica, que conlleve a la rehabilitación de las micro cuencas hidrográficas y de las zonas de recarga de los acuíferos de la jurisdicción.
- Contribuir a formar una cultura ambiental mediante la divulgación de la información de investigación, la educación, concientización ambiental y el fortalecimiento institucional.

Carrera 25 # 25-101 Avenida Okala
(5) 274 9995
Sincelejo, Sucre
www.carsucre.gov.co

Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico

CDA

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA) con jurisdicción en los departamentos de Vaupés, Guainía y Guaviare, tiene como objetivo promover el conocimiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente; ejercer actividades de promoción de investigación científica y transferencia de tecnología; dirigir el proceso de planificación regional de uso del suelo para mitigar o desactivar presiones de explotación inadecuadas del territorio; fomentar la integración de las comunidades tradicionales que habitan la región y de sus métodos ancestrales de aprovechamiento de la naturaleza al proceso de conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos y la generación de tecnologías apropiadas para la conservación de los recursos del norte y el oriente de la Amazonia colombiana.

Calle 26 # 11-131. Barrio 5 de Diciembre
(8) 565 6351
Inírida, Guainía
www.cda.gov.co

Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga

CDMB

La Corporación autónoma regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Autoridad ambiental para los municipios de Bucaramanga, Girón, Floridablanca, Rionegro, El Playón, Suratá, Vetas, California, Matanza, Charta, Tona, Lebrija y Piedecuesta.

Carrera 23 # 37-63
(7) 634 6100
Bucaramanga, Santander
www.cdmb.gov.co

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó

Codechocó

Es una entidad corporativa de carácter público y de orden nacional, con patrimonio propio, personería jurídica y autonomía administrativa y financiera, con jurisdicción sobre treinta y un (31) municipios cuyos territorios se localizan en la costa Pacífica y el Darién colombiano.

Ejerce como máxima autoridad ambiental y desarrollar las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables, en el marco del fortalecimiento del Sina fomentando la integración de las comunidades indígenas y negras que tradicionalmente habitan el departamento del Chocó.

Carrera 1ª # 22-96
(4) 670 9056
Quibdó, Chocó
www.codechoco.gov.co

Conservación Internacional

Misión

Imaginamos un mundo saludable y próspero, en el cual las sociedades están comprometidas con el cuidado y la valoración de la naturaleza, nuestra biodiversidad global, para el beneficio a largo plazo del ser humano y de todas las formas de vida en la Tierra.

Visión

Centrada en una sólida base científica, con alianzas y proyectos demostrativos en el campo, Conservación Internacional apoya y fortalece a las sociedades para el cuidado responsable y sostenible de la naturaleza, nuestra biodiversidad global, para el bienestar de la humanidad.

Valores

- **Pasión:** nos sentimos inspirados por la naturaleza y atesoramos la diversidad de la vida en todas sus formas.
- **Respeto:** nosotros practicamos el respeto de los unos por los otros y apreciamos la diversidad de nuestras culturas, talentos y experiencias.
- **Optimismo:** somos optimistas sobre el futuro de la Tierra y confiamos en que con nuestros socios y aliados lograremos resultados de conservación sin precedentes.
- **Coraje:** perseguimos incansablemente nuestra visión con valentía, perseverando a pesar de los retos y dificultades.
- **Integridad:** actuamos con integridad y asumimos la responsabilidad por nuestras acciones.
- **Trabajo en equipo:** trabajamos juntos, reconociendo que la receptividad, colaboración y cooperación son fundamentales para lograr un mundo más saludable y próspero para todos.

Cra 13 # 71 - 41
(1) 3452854 - 3452852
Bogotá, D.C.
www.conservation.org.co

Corporación Autónoma Regional de Boyacá

Corpoboyacá

Corpoboyacá tendrá por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Su misión es liderar el desarrollo sostenible a través del ejercicio de autoridad ambiental, la administración y protección de los recursos naturales renovables y el ambiente, y la formación de cultura ambiental, de manera planificada y participativa. Los pilares de nuestro accionar son: el Respeto, la transparencia, el liderazgo, el trabajo en equipo y el mejoramiento continuo. Su visión es que para el año 2019 Corpoboyacá es exitosa en la conservación de una región estratégica soporte del desarrollo sostenible.

Antigua Vía a Paipa # 53-70
(8) 745 7188
Tunja, Boyacá
www.corpoboyaca.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Cesar

Corpocesar

La Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar) es un ente corporativo de carácter público, creado por la Ley 99 de 1993, cuya jurisdicción comprende los 25 municipios del departamento del Cesar: Valledupar, La Paz, Manaure, San Diego, Agustín Codazzi, Pueblo Bello, Bosconia, El Copey, El Paso, Astrea, Chimichagua, Becerril, La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, Curumaní, Pailitas, Pelaya, Tamalameque, La Gloria, Aguachica, Gamarra, San Martín, San Alberto, Río de Oro y González.

Su Misión es liderar dentro del marco del desarrollo sostenible la gestión ambiental en su jurisdicción. Su Visión es lograr que el desarrollo integral de la comunidad se dé en armonía con la naturaleza, reconociendo y fortaleciendo la identidad cultural y la vocación productiva del territorio.

La jurisdicción de Corpocesar, en sus 2.200.000 hectáreas, cubre cinco (5) ecorregiones estratégicas: Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá, Complejo Cenagoso de la Zapatosa y humedales menores, Valle de Río Cesar y Valle del Río Magdalena. En las dos (2) primeras ecorregiones nacen y hacen parte de estas importantes fuentes hídricas surtidoras de acueductos municipales y corregimentales tales como los ríos Guatapurí, Manaure, Chiriaimo, Magiriaimo, Casacará, Maracas, Ariguaní, Tucuy, Sororia; San Alberto, Río de Oro y las quebradas San Pedro, Anime- La Mula, La honda, Floresta, Simaña, Singarare, El Guare, Buturama, Torcoroma, La Toma, entre otras.

Las cinco (5) ecorregiones son consideradas como estratégicas y de mucha importancia para la corporación por su alta biodiversidad, riqueza hídrica, generación de bienes y servicios ecosistémicos, diversidad climática que va desde el cálido seco en el valle del río Cesar hasta el muy frío en las zonas de alta montaña, subparámos y páramos de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá, además cuenta con el cuerpo de agua dulce lentico más grande de Colombia, la ciénaga de La Zapatoza con una alta diversidad faunística y un gran refugio para especies de aves migratorias, ecosistema compartido con el departamento del Magdalena. Por ello la corporación orienta sus mayores esfuerzos y gestión ambiental en la protección, conservación y preservación de los recursos naturales renovables de estas ecorregiones.

Carrera 9ª # 9-88
(5) 574 8960
Valledupar, Cesar
www.corpocesar.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Guavio

Corpoguavio

La Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio) es un ente corporativo de carácter público, creados por la ley 99 de 1993, que por sus características constituye geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotada de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargado por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La jurisdicción de la Corporación comprende los municipios de Fómeque, Gachalá, Gachetá, Guasca, Gama, Junín, Medina y Ubalá.

La jurisdicción de Corpoguavio, en sus 366.553,9 Ha., cubre una región estratégica para el desarrollo del centro del país, en particular para el Distrito Capital. La región provee recurso hídrico a actividades tan importantes como la generación eléctrica y la prestación de servicios de agua potable. Las condiciones orográficas y su grado de intervención permiten observar diferentes unidades de paisaje, con diversos ecosistemas, en los cuales existe una alta biodiversidad. El territorio de Corpoguavio es una integración territorial y social que recoge las mejores expresiones y potencialidades del ecosistema de páramo, pasando por los valles aluviales, hasta llegar al piedemonte llanero.

Carrera 7 # 1A-52
(1) 853 8513/34
Gachalá, Cundinamarca
www.corpoguavio.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Norte de Santander

Corponor

Corponor fue creada mediante decreto 3450 del 17 de Diciembre del año 1983, durante el gobierno de Belisario Betancourt, como corporación de desarrollo cuyo objetivo principal era encausar, fomentar, coordinar, ejecutar y consolidar el desarrollo económico y social de la región comprendida dentro de su jurisdicción y con algunas funciones de administración de los recursos naturales y del Medio Ambiente.

Diez (10) años después, con la expedición de la Ley 99 de 1993, la Corporación transforma sus funciones, pasando a ser una Corporación Autónoma Regional, teniendo como jurisdicción el Departamento Norte de Santander y cuya función principal es la de ejercer como máxima autoridad ambiental del Departamento, de acuerdo con las normas y directrices trazadas por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La jurisdicción de Corponor es el Departamento Norte de Santander que comprende una extensión de 21.658 Km2, que representa el 1.9% del total del País. Su área de trabajo abarca cuarenta (40) municipios en donde desarrollan sus actividades cerca de 1'140.000 Habitantes, distribuidos en tres (3) cuencas hidrográficas: La Cuenca del río Catatumbo, la Cuenca del río Arauca y la Cuenca del río Magdalena.

La Corporación para la administración de su territorio está dividida en cuatro regiones: Cúcuta, sede principal; Ocaña, Pamplona y Tibú, denominadas Direcciones Territoriales, dentro de la estructura orgánica de la Corporación

Calle 13 Av. El Bosque # 3E-278 Barrio Caobos
(7) 582 8484
Cúcuta, Norte de Santander
www.corponor.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Urabá

Corpourabá

Ente corporativo de carácter público y nacional creado mediante la Ley 65 de 1968. La Ley 99 de 1993 la transforma en corporación de desarrollo sostenible.

Sus funciones son las de: ejecutar las políticas, planes y programas en materia ambiental definidas por ley, ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción y ejercer funciones de planificación global del territorio".

La jurisdicción de la corporación comprende 19 municipios del departamento de Antioquia y un área de 1.906.485 hectáreas de extensión. La jurisdicción de Corpourabá es un territorio complejo, heterogéneo, de límites difusos, pluriétnico, pluricultural y con gran riqueza representada en recursos naturales y biodiversidad. Incluye las ecorregiones del Chocó Biogeográfico, 425 km. de costa Caribe -lo que convierte a Antioquia en el segundo departamento con más costas en el país- y tres parques naturales nacionales (Katíos, Las Orquídeas y Paramillo). Es una región limítrofe de tres grandes regiones nacionales (Caribe, Pacífico y Andina), situación que le posibilita tener gran variedad de ecosistemas en todos los pisos climáticos, desde el piso basal hasta el paramuno. En su jurisdicción hay presencia de tres tipos de ecosistemas de gran valor a nivel nacional, los humedales del bajo y medio Atrato y río León, los manglares y los cativales.

La población de la jurisdicción es de 629.851 habitantes, 295.583 asentados en la zona rural y 334.268 en áreas urbanas; el 91% del total de población se encuentra en miseria o pobreza. El 2,3% de la población es indígena y el 24,4% es afrocolombiana.

Cll 92 # 98-39
(4) 828 1022
Apartadó, Antioquia
www.corpouraba.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Atlántico

CRA

Su misión es conservar, recuperar y proteger los recursos naturales y el ambiente, en el Departamento del Atlántico, mediante la ejecución de políticas, estrategias y acciones de desarrollo sostenibles. Su visión para el 2011 seremos la Corporación Autónoma Regional, líder en la organización administrativa y tecnológica en el país, que consolide el desarrollo sostenible del Departamento del Atlántico con un sistema de gestión integrado.

Autoridad ambiental para los municipios de Puerto Colombia, Barranquilla, Tubara, Galapa, Soledad, Juan de Acosta, Baranoa, Malambo, Piojo, Usiacuri, Polonuevo, Sabanagrande, Santo Tomás, Palmar de Varela, Luruaco, Sabanalarga, Ponedera, Repelon, Manati, Candelaria, Santa Lucía, Campo de la Cruz y Suan.

Calle 66 # 54-43
(5) 349 2482
Barranquilla, Atlántico
www.crautonoma.gov.co

Corporación Autónoma Regional del Cauca

CRC

Su misión es promover y propiciar el desarrollo sostenible a través de la administración de los recursos naturales renovables y el medio ambiente, comprometiendo en este proceso a los actores sociales en el departamento del Cauca. Su visión al año 2023 la Corporación Autónoma Regional del Cauca es una institución líder en la gestión y el ejercicio de la autoridad ambiental que contribuye, con calidad, a la conservación y protección del patrimonio natural y al desarrollo de una cultura ambiental, comprometido a los actores sociales, económicos e institucionales del departamento, que redunde en el bienestar y la calidad de vida de los Caucanos.

La jurisdicción de la corporación incluye siete Direcciones Territoriales: Centro (El Tambo, Morales, Piendamo, Cajibio, Jambaló, Silvia, Popayán, Timbio, Totoro, Sotara, Puracé), Norte (Buenos Aires, Suárez, Santander de Quilichao, Caldono, Caloto, Toribio, Corinto, Guachene, Padilla, Villarrica, Miranda y Puerto Tejada), Patía (Argelia, Balboa, Patía, Sucre, Bolívar, Mercaderes y Florencia), Pacífico (López, Timbiqui, Guapi), Tierradentro (Páez, Inza), Piamonte (Santa Rosa y Piamonte) y Macizo (Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, San Sebastián y Santa Rosa).

Carrera 7 # 1N-28 Edificio Edgar Negret Dueñas
(2) 820 3232
Popayán, Cauca
www.crc.gov.co

Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge

CVS

La Corporación Autónoma regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), trabaja de manera oportuna y adecuada por la conservación, protección y administración de los recursos naturales y el ambiente, para el desarrollo sostenible del departamento de Córdoba, mediante la gestión ambiental y la participación de la comunidad. La CVS tiene claro que el objetivo a lograr es el desarrollo sostenible, conociendo la lógica de la naturaleza para servirnos de ella sin violentar sus procesos.

En estos tiempos de globalización, conocer lo nuestro es el primer paso para valorarlo. No desconocemos que la problemática ambiental es un reto para el mundo moderno. Ella es el resultado del modo de interacción entre el medio biofísico y la población humana, expresada en la cultura y calidad de vida que día a día construye esa población en su contexto urbano y rural.

La creciente relación con las escuelas y comunidades cordobesas nos ha permitido analizar problemas y oportunidades referentes a la biodiversidad; dejando experiencias técnicas y educativas positivas, que pueden implementarse en cualquier sitio de la geografía patria.

Calle 29 # 2-43 Edificio Morindó
(4) 782 9950 - 782 1817
Montería, Córdoba
www.cvs.gov.co

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla

DAMAB

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla, como autoridad ambiental y rector de la política ambiental en materia de control y vigilancia, trabaja para garantizar el derecho al ciudadano a un ambiente sano, el mejoramiento de la calidad de vida de los barranquilleros en lo concerniente a su dimensión ambiental y la adecuada administración de los recursos naturales bajo el principio de sostenibilidad, mediante la prevención, control y vigilancia de los factores de contaminación y deterioro de la calidad ambiental.

Lo anterior mediante la formulación e implementación de las estrategias, programas y proyectos necesarios para que el Distrito de Barranquilla alcance la adecuada administración de los recursos naturales y logre condiciones viables y saludables en su dimensión ambiental, lo cual redunda en el mejoramiento de la calidad de vida de los barranquilleros.

Calle 65 # 45-48
(5) 3600416
Barranquilla, Atlántico
www.damab.gov.co

Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos

La Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos es una organización no gubernamental de carácter ambiental y sin ánimo de lucro, establecida en 1999, bajo las Leyes de la República de Colombia para trabajar conjuntamente y apoyar al Gobierno en temas de conservación, preservación, educación e investigación del medio marino colombiano, especialmente en el Santuario de Fauna y Flora (SFF) Malpelo.

Dentro de las acciones que realiza la fundación se encuentran :

- Apoyar la labor de Parques Nacionales Naturales de Colombia en el manejo y la conservación del SFF (Santuario Fauna y Flora) Malpelo, y otras áreas marinas protegidas.
- Gestionar recursos económicos, logísticos y humanos para fortalecer el manejo, control y protección del área.
- Coordinar, apoyar y liderar las investigaciones científicas que se realizan en el área, con el fin de reunir la información necesaria para fundamentar las decisiones de manejo.
- Concertar las gestiones de conservación de los ecosistemas marinos con los principales actores, como son el sector pesquero y los operadores turísticos, las autoridades ambientales, organizaciones no gubernamentales y entidades científicas.
- Divulgar los resultados de las investigaciones en el medio científico y el valor de los recursos marinos en el público general.
- Coordinación Inter-institucional.

Su misión se centra en promover la protección y el cuidado de áreas marinas y costeras de Colombia, fomentando el uso sostenible de los recursos naturales. Apoyando al Gobierno Nacional se fortalece la institucionalidad en el control y la vigilancia, la legislación, la investigación científica, la educación y la conservación, dentro de un marco de cooperación con múltiples actores, con el fin de alcanzar una conservación integral y equilibrada.

Carrera 11 # 87-51 - Local 4 - Piso 2
(1) 587 5545
Bogotá D.C.
www.fundacionmalpelo.org

Fundación MarViva

La Fundación MarViva es una organización regional, no gubernamental y sin fines de lucro, cuya área de acción se encuentra en zonas seleccionadas del Pacífico Tropical Oriental. Su misión es fomentar la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos y costeros, a través del respaldo a los procesos de ordenamiento espacial marino.

Los objetivos generales de trabajo de la Fundación MarViva son:

- Creación de espacios de discusión y concertación orientados al mejoramiento de la normativa relacionada con las actividades humanas en el mar.
- Asesoría técnica y científica a gobiernos, comunidades, empresas y otros tomadores de decisión en la formulación de políticas y acciones.
- Fortalecimiento de la participación comunitaria en la toma de decisiones.
- Apoyo a la gestión y el control de las áreas marinas protegidas.
- Sensibilización y llamados a la acción a través de las herramientas de comunicación social.
- Promover esquemas económicos que apoyen el ordenamiento de las actividades humanas en el mar.

Calle 98 # 8-19 Interior 2
(1) 743 5207
Bogotá D.C.
www.marviva.net

Fundación Natura Colombia

La Fundación Natura es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro creada en 1.984 cuya misión es contribuir a la conservación, el uso sostenible y la repartición equitativa de los beneficios del uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficios sociales, económicos y ambientales, en el marco del desarrollo humano sostenible. Durante sus 25 años de existencia, la Fundación ha tenido un papel relevante en los estudios de base para la creación y conservación de áreas silvestres protegidas de alta diversidad biológica. Uno de los signos de identidad de nuestro tiempo es la participación y ella hace parte fundamental de nuestro trabajo de apoyo a la conservación de la diversidad. Creemos que a través de ella, las comunidades y sociedades podrán acceder a mayores niveles de bienestar para sus pobladores y habitantes, alcanzando una sociedad organizada y participativa, como una expresión de la propia sociedad que vive y respeta la diversidad, la pluralidad y la multiplicidad. Para implementar exitosamente sus programas de conservación, la Fundación trabaja de cerca con funcionarios del gobierno nacional, regional y local al igual que con las comunidades y organizaciones de base. De esta manera la Fundación busca, en forma concertada, alternativas viables para el uso de los recursos naturales.

El personal de la Fundación es altamente calificado y reconocido en el medio científico nacional e internacional. El equipo técnico lo conforman ecólogos, biólogos, ingenieros, antropólogos, diseñadores industriales, agrónomos, comunicadores, trabajador social y sociólogos quienes a su vez trabajan con coinvestigadores y asistentes de campo, tanto hombres como mujeres, provenientes de las comunidades indígenas, negras y campesinas. Igualmente apoya estudiantes universitarios en el desarrollo de investigaciones a nivel de pregrado, maestría y doctorado. A pesar del alto nivel de incertidumbre científica sobre cómo equilibrar el crecimiento económico y la protección ambiental para asegurar la búsqueda del desarrollo sustentable, tratamos de acercarnos al tema de nuestra misión de manera prudente y creativa, generando una base científica para la toma de decisiones. Promovemos el trabajo conjunto con las comunidades, bajo la lógica del aprendizaje – enseñanza – búsqueda, tratando de acercarnos a un análisis amplio y comprensivo en la resolución de problemas ambientales, que trasciende las disciplinas y los límites geográficos y sociales.

Carrera 21 # 39-43
(1) 245 5700
Bogotá D.C.
www.natura.org.co

Fundación Panthera Colombia

La Fundación Panthera Colombia es una organización sin ánimo de lucro dedicada a la conservación de los recursos biológicos con énfasis en la conservación de felinos, sus presas y sus hábitats a través de estrategias de conservación aplicada basadas en ciencia. Una de estas estrategias de conservación es la Iniciativa del Corredor del Jaguar un objetivo de conservación audaz y radical, que busca preservar tanto a las poblaciones principales, como la conectividad del hábitat, identificando y protegiendo las vías genéticas entre las poblaciones existentes del jaguar.

Nuestro trabajo se concentra en cuatro grandes líneas: apoyo a la creación y el fortalecimiento de áreas protegidas, promoción y aplicación de usos de la tierra amigables con el jaguar, producción de datos científicos claves para la conservación y acompañamiento a ganaderos para disminuir los problemas de depredación de ganado por grandes felinos, aplicando medidas de manejo anti-predatorio. Aunque trabajamos de la mano con el gobierno y con otras ONG nacionales e internacionales, nuestros grandes aliados son las personas que viven con los felinos: indígenas, campesinos, agricultores y ganaderos.

Cra. 7 # 156-78 Oficina 1004
(1) 673 4945 - 526 8940
Bogotá D.C.
www.panthera.org
www.pantheracolombia.org

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Creado en 1993, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt es el brazo investigativo en biodiversidad del Sistema Nacional Ambiental (Sina). El Instituto es una corporación civil sin ánimo de lucro, vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Como parte de sus funciones, el Instituto se encarga de realizar, en el territorio continental de la Nación, la investigación científica sobre biodiversidad, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos. Así mismo, coordina el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad.

El trabajo del Instituto está enmarcado en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) firmado por Colombia en la Cumbre de Rio de Janeiro en 1992 y ratificado por la Ley 165 de 1994. El CDB tiene como pilares fundamentales la conservación, el uso sostenible de la biodiversidad y la distribución justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y ofrece un espacio de trabajo en biodiversidad que los países firmantes deben implantar en sus respectivos territorios.

Por su rol en el Sina descrito anteriormente, desde el 2008 el Instituto ha venido desempeñando la secretaría técnica de la Mesa de Investigación y Monitoreo, la cual constituye una instancia de trabajo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el marco del memorando de entendimiento para definir lineamientos que guíen a las autoridades ambientales y demás actores del Sinap en la implementación de las acciones relacionadas con investigación y monitoreo en las diferentes escalas.

Calle 28A # 15-09
(1) 320 2767
Bogotá D.C.
www.humboldt.org.co

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia

IDEAM

Es uno de los cinco institutos de investigación creados con la Ley 99 de 1993 adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de generar conocimiento y garantizar el acceso a la información sobre el estado de los recursos naturales y las condiciones hidrometeorológicas de todo el país para la toma de decisiones de la población, las autoridades, los sectores económicos y sociales de Colombia. En particular realiza las siguientes funciones:

- Sistema Nacional Ambiental: apoyo a la gestión ambiental de las autoridades ambientales, el ordenamiento territorial y la conservación de ecosistemas.
- Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres: prevención y reducción del riesgo asociado a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.
- Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: transferencia del conocimiento y las tecnologías en temas ambientales y de desarrollo.
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas: generación de información que contribuya a la conservación y el ordenamiento, el monitoreo de glaciares, la deforestación (bosque, agua, carbono), la estructura ecológica principal, y el pago por servicios ambientales, entre otros.
- Sistema Mundial de Información: pronósticos y predicciones mundiales.

Carrera 10 # 20-30
(1) 352 7160
Bogotá D.C.
www.ideam.gov.co

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IGAC

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia, elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble, realizar el inventario y caracterización de los suelos del país, adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial, capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), con el fin de apoyar los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

Su misión es producir, proveer y divulgar información y conocimiento, en materia de cartografía, agrología, catastro, geografía y tecnologías geoespaciales, y regular su gestión, en apoyo a los procesos de planificación y desarrollo integral del país.

Carrera 30 # 48-51
(1) 369 4000
Bogotá D.C.
www.igac.gov.co

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Newmann

IIAP

El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) es uno de los cinco institutos de investigación creados por la Ley 93 de 1993 para soportar con la producción de conocimiento alrededor de la biodiversidad y su conservación. Su objetivo general es el de "*consolidar capacidad institucional en el nivel regional, a través de procesos participativos, para la generación, utilización, transmisión y socialización de conocimientos dirigidos a la conservación y al fortalecimiento de los sistemas naturales y culturales de la región, y al mejoramiento del bienestar material y espiritual de la población del Pacífico colombiano*".

El IIAP trabaja directamente con las comunidades étnicas y locales asentadas en el Chocó Biogeográfico y sus organizaciones representativas; en torno a la producción de conocimiento sobre la diversidad biológica de su jurisdicción, desarrollando tres componentes: Ecosistémico, Productivo y Sociocultural. Una de las principales estrategias de investigación permanente implementadas por el IIAP son las Estaciones Ambientales, ubicadas en territorios colectivos de comunidades negras y en resguardos indígenas, donde se adelanta investigación básica y aplicada en forma participativa y se generan protocolos replicables para el manejo sostenible de ecosistemas, especies y prácticas culturales, a la vez que propenden por que la conservación de la biodiversidad pueda generar beneficios a las comunidades.

El director actual del Instituto es el ingeniero forestal William Klinger Braham y el subdirector de investigaciones es el especialista en gestión agroambiental Jairo Miguel Guerra Gutiérrez. Los aportes que el IIAP está en capacidad de aportar a la MIM se relacionan a los resultados de las investigaciones y en el monitoreo de indicadores ambientales que realiza en el contexto del Chocó Biogeográfico.

Carrera 6 # 37-39 B / Huapango
(4) 670 9129
Quibdó, Chocó
www.iiap.org.co

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives Andréis

Invemar

El Invemar, es una organización de investigación científica y tecnológica sin ánimo de lucro, vinculada al Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Desde hace 30 años participa en el Sina con el encargo de realizar investigación ambiental básica y aplicada de los recursos naturales renovables y el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos de los mares adyacentes al territorio nacional. En el tema de investigación en las áreas marinas protegidas y zonas adyacentes, el Invemar ha participado activamente en proyectos que han contribuido a la declaratoria de nuevas áreas, la identificación de vacíos de conservación, el establecimiento de un portafolio de sitios prioritarios de conservación y el ordenamiento de manglares. Así mismo ha participado en iniciativas nacionales e internacionales relacionadas con el monitoreo en ecosistemas estratégicos marino costeros llevadas a cabo en las áreas protegidas resultando en series de datos de más de 10 años, lo cual ha permitido generar documentos técnicos para la toma de decisiones. Con la participación en la delegación del COP7, el Invemar desde el año 2005 viene apoyando lo referente al componente marino en la implementación del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas, ratificando su compromiso con la firma del Memorando de Entendimiento 2005-2010. Desde el año 2008, ha aportado a la elaboración del Plan Nacional de Investigación y Monitoreo del Sinap, para lo cual el Instituto coordino la realización de talleres y paneles de expertos cuyo producto generó documentos técnicos. En la actualidad el Invemar lidera la submesa marina de los miembros del MIM que se han dado a la tarea de ajustar el Plan del Investigación y Monitoreo del Sinap, para lo cual se han generado propuestas de investigación en los temas de conectividad y servicios ecosistémicos.

Así mismo, desde el 2010 se dio inicio al proyecto "Diseño e implementación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) en Colombia", con recursos del *Global Environmental Facility* (GEF), con lo cual se busca consolidar el SAMP, para lo cual ha venido trabajando en la consolidación de un sistema de monitoreo y establecimiento de indicadores que genere información para los tomadores de decisiones.

Calle 25 # 2-55 Playa Salguero
(5) 432 8600
Santa Marta, Magdalena
www.invemar.org.co

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

MADS

Su misión es ser la entidad pública del orden nacional rectora en materia de gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, que promueve acciones orientadas a regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, y en general las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, la protección del patrimonio natural y el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, se proteja la soberanía de la Nación, garantizando la participación de la comunidad.

Su visión es ejercer un liderazgo en la toma de decisiones relacionadas con la construcción de equidad social desde la gestión ambiental y el desarrollo sostenible, mediante la consolidación de una política de desarrollo sostenible y alianzas estratégicas con actores sociales e institucionales en diferentes escenarios de gestión intersectorial y territorial.

Calle 37 # 8-40
(1) 3323400
Bogota D.C.
www.minambiente.gov.co

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural tiene como objetivos primordiales la formulación, coordinación y adopción de las políticas, los planes, programas y proyectos del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural (Decreto 2478/99, Artículo 2).

Adicionalmente como misión debe formular, coordinar y evaluar las políticas que promuevan el desarrollo competitivo, equitativo y sostenible de los procesos agropecuarios forestales, pesqueros y de desarrollo rural, con criterios de descentralización, concertación y participación, que contribuyan a mejorar el nivel y la calidad de vida de la población colombiana.

Avenida Jiménez # 7A-17
(1) 254 3300
Bogotá D.C.
www.minagricultura.gov.co

Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de La Sociedad Civil

Resnatur

Organización no gubernamental sin ánimo de lucro, constituida en noviembre de 1991 por iniciativa de un grupo de personas y organizaciones no gubernamentales, propietarios de muestras de ecosistemas naturales. Su trabajo se enfoca en el conocimiento y la conservación de la diversidad biológica y genética, las fuentes de agua y los ecosistemas presentes en las reservas naturales y su área de influencia, con el objeto de potencializar los hábitats para especies amenazadas y endémicas de flora y fauna, aumentar la representatividad de los ecosistemas amenazados y la diversidad de semillas como aporte a la seguridad alimentaria de las presentes y futuras generaciones; fortalecer y validar propuestas alternativas de desarrollo sostenible que permitan la apropiación y permanencia de las reservas naturales en sus territorios; incidir en el debate ambiental como actores de la conservación en los escenarios de decisión política en lo local, regional y nacional.

Cuenta con aproximadamente 245 Reservas asociadas con más de 101.000 hectáreas a lo largo y ancho del país siendo pioneras en establecer sistemas de producción –conservación, haciendo grandes aportes en la generación de corredores biológicos. Como estrategia para la perpetuidad de las acciones de conservación y manejo, las reservas iniciaron un programa de motivación a los hijos y las hijas de los propietarios, que con el tiempo se transformó en un programa de formación y liderazgo denominado Herederos del Planeta que vincula a otros jóvenes y niños que trabajan en grupos ecológicos locales; paralelamente constituyeron una red de caracterizadores que tienen como función realizar la caracterización biológica y social de las reservas, así como formar nuevos caracterizadores entre los miembros de la red.

Su reto: contribuir al conocimiento, la consolidación y el posicionamiento de las iniciativas de conservación de la sociedad civil, a través de procesos de uso y manejo sostenible de la diversidad biológica, para la construcción de tejido social, modelos de vida y desarrollo alternativos, con criterios de equidad generacional, étnica y de género.

Carrera 71C # 122-72 Barrio Niza
(1) 613 6850
Bogotá D.C.
www.resnatur.org.co

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas

Sinchi

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, genera información científica de la región amazónica colombiana y transfiere tecnología a las diferentes comunidades locales comprometidas con la sostenibilidad del uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

Desde hace varios años el Instituto Sinchi monitorea las coberturas de la región amazónica a través de sensores remotos y la dinámica de los bosques a partir del establecimiento y monitoreo de parcelas permanentes, ubicadas en áreas estratégicas de la región amazónica. Las principales expectativas frente a la MIM se concentran en generar vínculos sólidos con el Sinap con el fin de ampliar la cobertura de parcelas permanentes que permitan tomar decisiones acordes a las condiciones particulares de cada zona.

Calle 20 # 5-44
(1) 444 2060
Bogotá D.C.
www.sinchi.org.co

The Nature Conservancy

TNC

Organización global líder que tiene como misión la conservación de tierras y aguas ecológicamente importantes para la gente y para la naturaleza. TNC fue fundada en 1951 en los Estados Unidos, y hoy tiene presencia en más de 30 países alrededor del mundo.

TNC ha contribuido a la protección de más de 48 millones de hectáreas de tierras alrededor del mundo y a más de 33 millones de hectáreas en Latinoamérica y el Caribe, a través de estrategias innovadoras. Así mismo, ha movilizado cientos de millones de dólares en fondos federales para adquirir y proteger áreas naturales importantes, ha ayudado a desarrollar un inventario biológico de más de 50,000 especies y comunidades ecológicas. Su metodología se fundamenta en la ciencia, empleando estrategias pragmáticas, innovadoras y no conflictivas para lograr la conservación de tierras y aguas. Adicionalmente, trabaja con una amplia variedad de socios—comunidades indígenas, productores rurales, organizaciones locales, asociaciones productoras, empresas privadas, agencias multilaterales y gobiernos nacionales.

Calle 67 # 7-94 Piso 3
(1) 235 7055
Bogotá D.C.
www.mundotnc.org

Tropenbos Internacional Colombia

Tropenbos Internacional es una organización holandesa no gubernamental y sin ánimos de lucro con programas en Colombia, Ghana, Vietnam, Indonesia, Guyana, Surinam, R.D. Congo y Camerún.

El objetivo general de la organización es facilitar el manejo y la conservación de bosques tropicales, con la participación de la gente mediante estrategias de desarrollo sostenible, la generación de capacidades y el fortalecimiento y protección del conocimiento tradicional.

Líneas de trabajo:

1. Planes de manejo en territorios indígenas
2. Manejo de recursos del bosque tropical en áreas protegidas superpuestas
3. Bienestar de las comunidades y comercio de la biodiversidad
4. Impacto del cambio climático en las comunidades indígenas

Carrera 21 # 39-35
(1) 320 3319 / 320 3502
Bogotá D.C.
www.tropenbos.org/country_programmes/colombia

Parques Nacionales Naturales de Colombia

La Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, es un organismo del sector central de la administración que forma parte de la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con autonomía administrativa y financiera, encargada del manejo y la administración del Sistema de Parques Nacionales Naturales y de la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Sinap.

Su misión es administrar las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y coordinar el Sinap, en el marco del ordenamiento ambiental del territorio, con el propósito de conservar *in situ* la diversidad biológica y ecosistémica representativa del país, proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio cultural y el hábitat natural donde se desarrollan las culturas tradicionales como parte del Patrimonio Nacional y aportar al Desarrollo Humano Sostenible; bajo los principios de transparencia, solidaridad, equidad, participación y respeto a la diversidad cultural.

Carrera 10 # 20-30
(1) 353 2400
Bogotá D.C.
www.parquesnacionales.gov.co

Wildlife Conservation Society

WCS

Wildlife Conservation Society (WCS) salva la vida silvestre y los lugares silvestres mediante la comprensión de asuntos críticos, la elaboración de soluciones basadas en la ciencia, y la adopción de medidas de conservación que benefician a la naturaleza y la humanidad. Con un siglo de experiencia y presencia en más de 50 naciones, WCS ha acumulado el conocimiento biológico, la comprensión cultural y las alianzas para asegurar que los lugares y la fauna silvestre, prosperen junto a las comunidades locales. WCS aborda los retos de la compleja interrelación entre la conservación, el desarrollo sostenible y los medios de vida humanos; el manejo y la extracción de los recursos naturales; la salud en la interfaz vida silvestre, animales domésticos y salud humana; y el cambio climático. En Colombia, WCS cuenta con más de 18 años de trabajo enfocado a la investigación para la conservación, apoyo para la consolidación de los sistemas de áreas protegidas, educación, capacitación y desarrollo de políticas de conservación.

Carrera 25 # 4 - 39 Piso 1
(2) 683 1103
Cali, Valle del Cauca
www.colombia.wcs.org

World Wildlife Fund

WWF

WWF trabaja por un planeta vivo y su misión es detener la degradación ambiental de la Tierra y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza:

- Conservando la diversidad biológica
- Asegurando que el uso de los recursos naturales renovables sea sostenible
- Promoviendo la reducción de la contaminación y el consumo desmedido

En Colombia, WWF ha trabajado por más de 20 años con sus socios públicos y privados y comunidades, contribuyendo a fortalecer la capacidad de estas instituciones y organizaciones comunitarias para encontrar e implementar prácticas innovativas y basadas en el conocimiento tradicional que potencien el uso sostenible y la conservación de la biodiversidad. En los últimos 12 años ha participado activamente en el diseño y la consolidación de sistemas locales y regionales de áreas protegidas. La generación y el análisis de información social, biológica y ecológica sobre las regiones en los que estos sistemas están inmersos, ha sido un componente importante para su desarrollo por parte de las instituciones y organizaciones involucradas, incluyendo WWF-Colombia.

Carrera 35 # 4A-25
(2) 558 2577
Cali, Valle del Cauca
www.wwf.org.co

Introducción

Las áreas naturales protegidas son el instrumento más importante para la conservación *in situ* de la biodiversidad. Sin embargo, la tendencia general en el mundo ha sido la de su aislamiento, a consecuencia de los cambios que promueven las presiones y dinámicas socioeconómicas sobre los paisajes que las rodean, vulnerando y reduciendo su capacidad para mantener la funcionalidad de los ecosistemas y la viabilidad de las poblaciones naturales que sostienen. Esta problemática, sumada a los grandes desafíos que plantea la adaptación del territorio al cambio climático, ha implicado un vuelco en la concepción tradicional de la conservación, fundamentada en la creación y el manejo de áreas individuales de protección estricta, hacia la implementación de sistemas de áreas protegidas y redes ecológicas, con un enfoque funcional y una visión sistémica de la conservación. Actualmente el reto de la conservación en áreas naturales protegidas consiste en enfocar gran parte de su gestión de planificación y manejo en la matriz de paisaje circundante, para buscar oportunidades y estrategias que contribuyan a mantener los procesos ecológicos de los ecosistemas como objetos de conservación y que minimicen las restricciones sobre el uso humano (Hansen y DeFries 2007). Los procesos de fragmentación, los efectos del tamaño de las áreas, las opciones de conectividad entre las mismas, entre otros factores, son los que determinan la probabilidad de persistencia de la biodiversidad (Kati *et ál.* 2004, Possingham *et ál.* 2005, Pressey *et ál.* 2007).

En el marco del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas (PTAP) del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) (SBSTTA 2003), se ha hecho explícita la necesidad de que los sistemas de áreas protegidas incluyan, además de las áreas núcleo estrictamente protegidas (principalmente categorías I a IV de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]; Dudley 2008) y sus

zonas de amortiguación, otras categorías, sus complementos y conectores. Entre éstos se pueden mencionar corredores biológicos, zonas intermedias y opciones para la gestión conjunta y concertada con territorios de propiedad colectiva y privada. En consecuencia, el objetivo es aumentar significativamente la representatividad biológica de las áreas y de los sistemas que conforman, y la probabilidad de persistencia de la biodiversidad en los mismos.

Desde la perspectiva anterior, la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia (Sinap) requiere que exista conectividad ecológica entre las áreas que lo integran, en sus diferentes escalas, pero también que haya conectividad entre sus actores, sus estructuras socioeconómicas y las instituciones relacionadas (Chaves y Hurtado 2007). Esta consolidación debe sustentarse en el conocimiento de la base biofísica y de los procesos ecológicos y evolutivos que en ésta se desarrollan, así como de su relación con las estructuras y los procesos socioculturales, lo que además exige una planificación de la conservación en escalas espaciales y temporales más amplias. En este contexto, la investigación y el monitoreo cobran gran relevancia como herramientas indispensables en la gestión del Sinap. La primera, como mecanismo de generación y transmisión de información y conocimiento pertinente para la conservación, de forma integrada y coherente, y mediante los modos de investigación más apropiados (Franco *et ál.* 2003). El segundo, como mecanismo para evaluar el estado, las tendencias y las amenazas sobre las áreas protegidas, sus objetos de conservación y los subsistemas que conforman, y realizar un seguimiento efectivo de las respuestas ambientales y sociales sobre el establecimiento de tales áreas, que garantice su integración en escalas amplias de paisaje (Memorando de entendimiento 2006).

En las últimas dos décadas, Colombia ha logrado avances considerables en la conformación y consolidación del Sinap y de los subsistemas regionales que lo integran a través de procesos de ordenamiento del territorio relacionados con la conservación de la biodiversidad en áreas protegidas (Memorando de entendimiento 2006). Actualmente el Sinap cuenta con un Plan de Acción (PA-Sinap), cuya implementación ha favorecido la construcción de un tejido interinstitucional, organizacional e instrumental en el que sobresalen mesas temáticas de trabajo, como la Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM).

Bajo el enfoque conceptual funcional y la visión sistémica de conservación, expuestas anteriormente, la MIM ha venido avanzando en la construcción del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap. En primer lugar, a través de un amplio trabajo de consulta, y por recomendación del grupo núcleo de la mesa,[1] se identificaron cinco prioridades temáticas en torno a las cuales centrar esfuerzos, considerando su relevancia para la gestión de la conservación en el ámbito nacional. Estos temas son:

1 Conformado entre 2008 y 2010 por Parques Nacionales Naturales de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis (Invemar), el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (Ideam) y el entonces llamado Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

- **Representatividad** del Sinap en el **nivel de especies**.
- **Representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales** en el Sinap.
- **Conectividad** de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap.
- Contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de **servicios ecosistémicos**.
- Capacidad de respuesta adaptativa de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap a los determinantes de **cambio global ambiental**.

Entre 2009 y 2010 se abordaron los primeros cuatro temas mediante talleres de discusión y concertación, con participación institucional, académica y de organizaciones de la sociedad civil con fortaleza técnica en los mismos y relacionadas con el Sinap. En estas sesiones de trabajo se obtuvieron acuerdos conceptuales a partir de los cuales se avanzó en la identificación de requerimientos de investigación y monitoreo, con diferente nivel de detalle dependiendo del tema. Por lo tanto, esta publicación es el resultado de un trabajo concertado que incluye estos avances del Plan de Investigación y Monitoreo y que busca comenzar a articular los procesos de generación de conocimiento en el ámbito del Sinap; no es solamente un instrumento de comunicación y consulta para los actores vinculados al Sinap, sino también un primer portafolio para la negociación con posibles financiadores de la investigación y el monitoreo en el mismo. No sobra, sin embargo, hacer algunas precisiones sobre sus alcances y limitaciones:

La formulación del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap debe ser considerado como un proceso dinámico, en permanente revisión, ajuste y actualización. Por esta razón, la priorización de los cinco temas gruesos no excluye que surjan nuevos temas.

Este plan no desarrolla metodologías específicas para los cuatro temas gruesos trabajados pero sí propone requerimientos de investigación y monitoreo mediante la definición de objetivos y líneas de trabajo, asociados a preguntas y acciones específicas. En algunos de los temas gruesos se alcanzó el nivel de acciones, mientras que en otros solamente se abordó el nivel de preguntas. El paso siguiente correspondería a la formulación detallada de agendas, que deberán incluir cuáles son las metodologías necesarias para los diversos modos de generación y transmisión de conocimiento que existen en el país y quiénes son los actores pertinentes para implementarlas.

El desarrollo de los temas priorizados estuvo centrado principalmente en el ámbito terrestre y acuático-continental, mientras que lo marino-costero fue abordado de manera puntual y no en todos los temas. El tema marino-costero cuenta con desarrollos importantes, entre los cuales se destacan cuatro grandes resultados, obtenidos de un proceso interdisciplinario y participativo nacional y regional: "Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera" (Invemar 2000), "Formulación del Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas de Colombia (SNAMP)" (Invemar 2007a), "Análisis de vacíos y propuesta de un sistema representativo de áreas marinas protegidas para Colombia" (Invemar 2007b) y "Plan de Investigaciones de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas en Colombia" (Invemar 2008). Se espera que estos resultados, con los ajustes y las discusiones pertinentes, se articulen a través de un segundo volumen, con el Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap que aquí se presenta.

Desde la MIM se reconoció que, si bien este plan abordaba específicamente los requerimientos de investigación y monitoreo del orden nacional, la secretaría técnica de la mesa debía procurar sinergias con lo regional. Para lograr esto se hizo explícito que la mesa debería acompañar, pero no liderar, pues no es de su competencia, los procesos de construcción de agendas regionales. De esta forma se podría garantizar el enfoque sistémico y su articulación con el Plan de Investigación y Monitoreo del orden nacional. En este contexto la secretaría técnica de la MIM y la secretaría ejecutiva del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano (Sirap Caribe) llevaron a cabo un ejercicio piloto para la construcción de su agenda regional. A través de la realización de un taller, en abril de 2010, se identificaron y priorizaron temas de investigación y monitoreo y preguntas relevantes correspondientes. Posteriormente, en noviembre del mismo año, se realizó un segundo ejercicio de priorización para la región nororiental del país, con representantes de las autoridades ambientales y universidades, que contó con el liderazgo de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

Las líneas de investigación del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia) (MAVDT e Instituto Quinaxi 2007) sólo se tuvieron en cuenta como referencia en la construcción del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap, dado que únicamente aluden a la identificación de sitios prioritarios para la conservación y caracterización de los mismos. Allí, el tema de conservación se desarrolla en un objetivo específico o programa estratégico y no responde a una conceptualización de Sinap como *Sistema* sino a una aproximación de área por área.

Este documento está organizado en cuatro capítulos, además de esta introducción. El primero resume los antecedentes sobre el proceso político e institucional que condujo al establecimiento de la MIM. En el segundo se expone el enfoque conceptual que soporta y guía el papel de la investigación y el monitoreo como herramientas de planificación y gestión del Sinap. En el tercer capítulo se describe el proceso de construcción del Plan y se desarrollan cuatro de las cinco prioridades temáticas de acuerdo con los requerimientos de investigación y monitoreo identificados. Adicionalmente, en cada tema diferentes aportes conceptuales y metodológicos, elaborados por especialistas, enriquecen la discución y los requerimientos propuestos. Por último, el cuarto capítulo brinda perspectivas sobre las implicaciones y la importancia del trabajo de la MIM, en el escenario que plantea la segunda fase del memorando de entendimiento (Memorando de entendimiento 2010) suscrito entre diferentes organizaciones para la implementación del PA-Sinap (versión 2011 en revisión) y con la adhesión de nuevas instituciones a la mesa.

I. La Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM): contexto general y marco de referencia de su trabajo

Quebrada Cortadera. Foto: F. Nieto

Como país firmante del CDB, a través de la Ley 165 de 1994, Colombia se comprometió en apoyar la implementación del PTAP, adoptado por la Séptima Conferencia de las Partes (COP 7/Decisión 28) en febrero de 2004 (Memorando de entendimiento 2006). En este espacio se reconoció la necesidad de que las partes dirigieran esfuerzos a establecer sistemas efectivos y representativos de áreas protegidas nacionales, en el contexto de sus prioridades y necesidades nacionales. Así mismo, el PTAP resaltó: "la importancia de la conservación de la diversidad biológica no solamente dentro de las áreas protegidas sino también fuera de las mismas, asegurando la utilización sostenible de todos los recursos naturales con miras a lograr al 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de la diversidad biológica" (COP 7/ Decisión 28). Subsecuentemente, en la COP10 llevada a cabo en Nagoya en noviembre de 2010, las metas y los objetivos del PTAP fueron revisados y ajustados en tiempo, a través de la

decisión 31, debido a que los alcances proyectados para 2010 no habían sido alcanzados (COP 10/Decisión 31).

Para dar respuesta al compromiso adquirido en 2004, Parques Nacionales Naturales de Colombia y *The Nature Conservancy* (TNC) promovieron la conformación de un memorando de entendimiento a través de un plan de trabajo para adoptar los lineamientos del PTAP en Colombia. Esto se tradujo, en mayo de 2005, en la suscripción de un Memorando de Entendimiento entre varias organizaciones de carácter gubernamental y no gubernamental por un período de cinco años. Dicho memorando tenía como objetivo principal colaborar en el diseño, la concertación e implementación del PA-Sinap, proyectado a diez años. Inicialmente, ocho entidades[1] conformaron el Memorando de Entendimiento y posteriormente, en 2006, se vincularon otras seis[2], para un total de catorce entidades.

Durante esta primera fase del Memorando de Entendimiento (2005-2010) se elaboró un diagnóstico exhaustivo sobre la situación nacional en torno a seis ejes temáticos y desde la perspectiva de la conservación en áreas protegidas y la conformación del Sinap en el ámbito continental. A partir de este diagnóstico se construyó la primera propuesta técnica del PA-Sinap (Memorando de Entendimiento 2006). Desde entonces, los esfuerzos de consolidación del Sinap se han centrado en la implementación de este plan, que ha sido ajustado en varias ocasiones. La versión más reciente es de abril de 2011 y cuenta con cinco ejes temáticos alrededor de los cuales se organizan diez objetivos que buscan garantizar una infraestructura institucional, organizacional e instrumental para la construcción y consolidación del Sistema (http://www.parquesnacionales.gov.co).

La Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM) hace parte de las cinco mesas temáticas activas[3] que han sido instaladas como espacios interinstitucionales de trabajo para definir lineamientos que guíen a las autoridades ambientales y demás actores del Sinap en la implementación de las acciones relacionadas con el cumplimiento de los diez objetivos del PA-Sinap. Dos de estos objetivos, correspondientes al eje temático "Manejo de la información y seguimiento", se refieren a la generación de conocimiento y al flujo de información y constituyen el marco principal de referencia dentro del cual se viene proyectando el trabajo de la MIM:

- **Objetivo 9:** Generar conocimiento de los atributos biológicos, culturales y sociales de las áreas protegidas y los sistemas que las articulan y llevar a cabo monitoreo de sus valores objeto de

1 Parques Nacionales Naturales de Colombia, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis-Invemar, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación Colombiana de Autoridades Ambientales (Asocars), Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Resnatur), *The Nature Conservancy* (TNC), *World Wildlife Fund* (WWF) y Conservación Internacional (CI).

2 Patrimonio Natural-Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, Departamento Nacional de Planeación-DNP, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam, Fundación Natura, Comité Colombiano de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN y *Wildlife Conservation Society*-WCS.

3 Además de la MIM, actualmente se encuentran en funcionamiento las mesas de Prioridades de Conservación, Sostenibilidad Financiera, Comunicaciones e Intersectorial, y en proceso de creación la Mesa de Participación Social.

PNN Chingaza. Foto: M. Walschburger.

conservación para apoyar la toma de decisiones sobre gestión y manejo del Sinap.

- **Objetivo 10:** Optimizar la administración y flujos de información entre los diferentes niveles de gestión del Sinap.

Si bien la MIM se instaló en 2008, fue sólo en mayo de 2009 que se inició un trabajo concreto, liderado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), como coordinador de la secretaría técnica, y apoyado por un grupo núcleo conformado por Parques Nacionales Naturales de Colombia, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis (Invemar), el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (Ideam) y el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Hasta diciembre de 2010, la secretaría técnica se enfocó, con limitaciones de tiempo y recursos, en

concertar, ajustar e iniciar la ejecución de un plan de trabajo con proyección a tres años: 2010 - 2012, y en avanzar en la construcción del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap. Estos avances se presentan en el Capítulo 3, y su divulgación constituye el objetivo primordial de la presente publicación.

Es importante resaltar que los siguientes documentos, elaborados entre 2006 y 2008, han sido referencia e insumo a lo largo del trabajo de la MIM, dado que comenzaron a sentar las bases conceptuales de la investigación y el monitoreo en el marco del Sinap, y plantearon sus primeras prioridades temáticas (muchas de las cuales continúan vigentes):

- Diagnóstico del eje temático "Investigación y Monitoreo" en la primera propuesta técnica del PA-Sinap (incluye objetivos, metas y acciones para el ámbito continental) (Memorando de Entendimiento 2006).
- Propuesta de un programa de investigación y monitoreo sobre prioridades temáticas del Sinap (en el ámbito continental) y mecanismos de articulación y cooperación interinstitucional para su implementación (Chaves y Hurtado 2007, a través de un convenio entre Patrimonio Natural y el Instituto Humboldt).

Existe un aspecto fundamental relacionado con el marco de trabajo de la MIM que no ha sido debidamente abordado por diferentes razones, principalmente por las limitaciones arriba mencionadas, y por la falta de un consenso conceptual y metodológico al interior del Sinap. Éste se refiere a la administración y al flujo de información entre los diferentes niveles de gestión del *Sistema*, temas que son recogidos en el Objetivo 10 del PA-Sinap (versión 2011). En junio de 2010, a través del Grupo Sinap coordinado por Parques Nacionales Naturales de Colombia, se evidenció que este objetivo es un tema transversal al PA-Sinap. Por lo tanto, y desde este espacio de coordinación, se definió que el tema debe ser trabajado por todas las mesas temáticas activas, las cuales deben, como primer paso, definir sus requerimientos y su oferta de información. Aunque el Objetivo 10 hace parte del marco de trabajo de la MIM, es el Grupo Sinap, como coordinador del *Sistema*, el encargado de integrar y orientar los esfuerzos para su implementación.

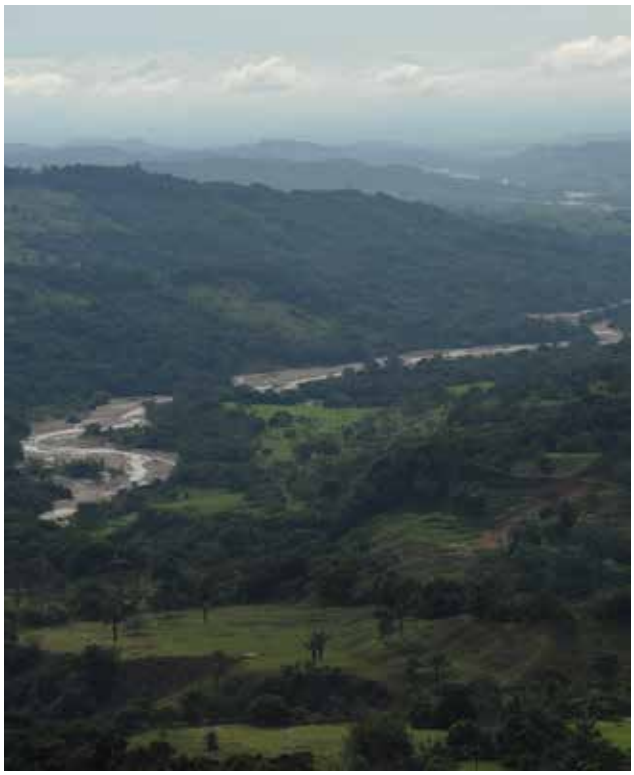
En su momento, la confluencia de un número tan importante de actores, bajo un mismo acuerdo de trabajo plasmado en la suscripción del memorando, fue un evento sin precedentes en el sector ambiental colombiano. Sin embargo, después de un proceso de cinco años de construcción del Sinap (2005 a 2010), desde el mismo Memorando de Entendimiento se evidenció la necesidad de incorporar, de manera directa y a través de un esquema de corresponsabilidad, a más actores relevantes para su consolidación. Por tal motivo, Parques Nacionales Naturales de Colombia invitó a autoridades ambientales locales y regionales, organizaciones de grupos étnicos y gremios productivos, entre otros, a participar en una segunda fase de implementación del PA-Sinap. En julio de 2010, 56 entidades gubernamentales y no gubernamentales firmaron un nuevo memorando de entendimiento (2010 a 2015) comprometiéndose, entre otros aspectos, a "*trabajar conjuntamente en la consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas completo, efectivamente gestionado y ecológicamente represen-*

tativo, de conformidad con la reglamentación, las categorías y los procedimientos legalmente vigentes" (Memorando de Entendimiento 2010).

Entre estas 56 entidades, 29 nuevas se adhirieron a la MIM, para un total de 34 miembros, lo cual plantea un escenario diferente de trabajo para la misma. Esta situación supone un replanteamiento en el accionar de la mesa y el de su grupo núcleo, que se evalúa en el Capítulo 4. Sin embargo, más allá de la dinámica que tome este proceso, y de la inminencia de encontrar mecanismos efectivos de discusión, consenso y decisión al interior de un grupo tan extenso, el reto principal está en avanzar e implementar los requerimientos de información y conocimiento propuestos en el Capítulo 3, así como precisar otros requerimientos, pero más allá de los intereses y las necesidades particulares de cada actor por separado.

El Tilupo, PNN Los Katíos, Chocó. Foto: A. Hurtado Guerra.

II. La investigación y el monitoreo: herramientas de planificación y gestión del Sinap



Río Chitamena. Foto: F. Nieto.

La visión de la planificación sistémica de la conservación propone la mirada de las áreas protegidas en su contexto, es decir, con sus áreas de amortiguación y complementos, como son los conjuntos de áreas protegidas y las estrategias de conservación de diversos tipos (diferentes categorías de manejo) conectadas en el paisaje. Desde esta perspectiva, en el CDB, y de acuerdo con el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA en inglés, 2003), se hace mayor referencia al término de *red ecológica*, que abarca una mezcla representativa y coherente de zonas terrestres o marinas que puede incluir áreas protegidas, corredores y zonas intermedias, y se caracteriza por la interconectividad con el paisaje y las estructuras e instituciones socioeconómicas existentes.

Las áreas comprendidas dentro de una red ecológica pueden extenderse desde áreas núcleo estrictamente protegidas hasta áreas en las que se utilizan los recursos biológicos de manera

sostenible, y puede incluir tanto áreas protegidas designadas oficialmente como zonas no designadas oficialmente como áreas protegidas pero administradas por lo menos con un objetivo de conservación.

Por esta razón, la consolidación de un sistema de áreas protegidas requiere su conectividad ecológica, en sus diferentes escalas, y la interconectividad de sus actores. En estas relaciones de interconectividad intervienen principalmente tres elementos que se conjugan para dar lugar a diferentes escenarios; estos son la escala, el ámbito biofísico y el ámbito de gestión (Figura 1).

Además, el enfoque socioecosistémico, planteado en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, MADS 2012), propone una visión de las áreas protegidas, y de las redes ecológicas que integran, como sistemas socioecológicos acoplados en contextos territoriales complejos, dinámicos y de cambio permanente. Este enfoque responde a la inminencia de promover una gestión adaptativa del Sinap para dar cumplimiento a los objetivos nacionales de conservación (Tabla 1) en escenarios de cambio global ambiental.

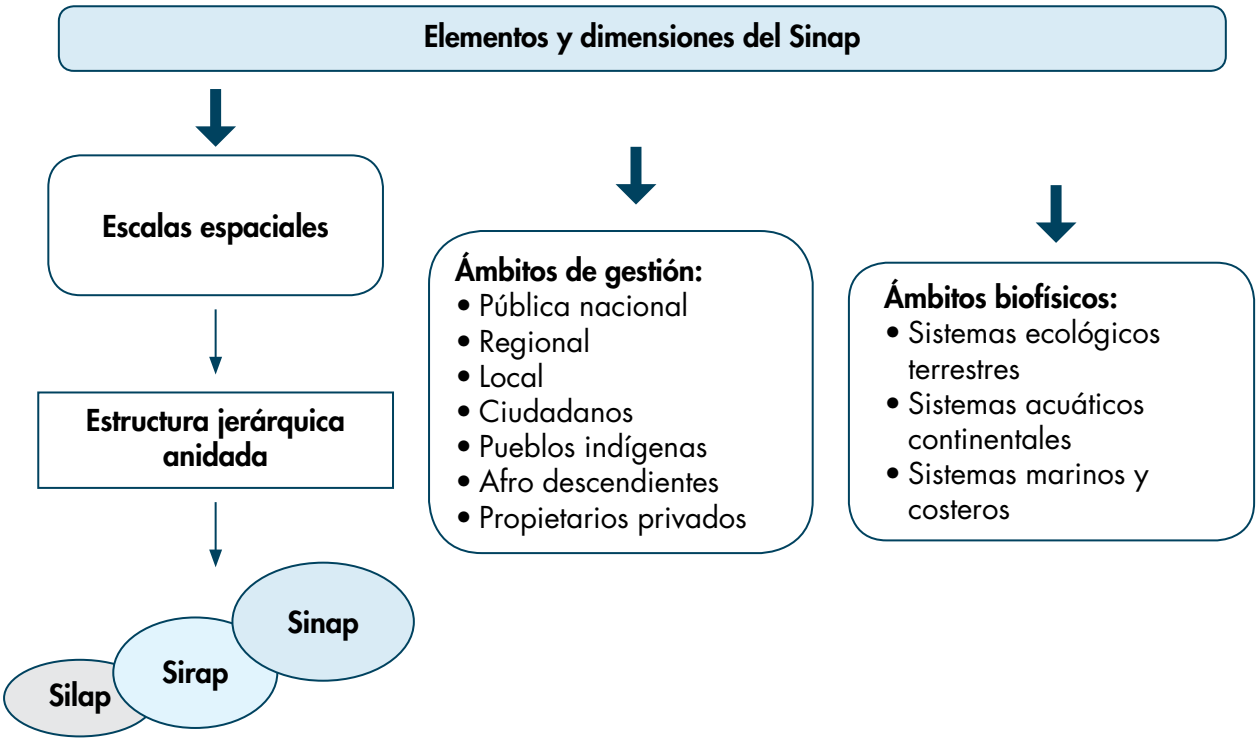


Figura 1. Ámbitos y escalas de interacción que dan lugar a diferentes escenarios para la planificación y gestión del Sinap.

Tabla 1. Objetivos generales y específicos de conservación que el país persigue.

Objetivos generales de conservación	Objetivos específicos de conservación
Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica	1. Mantener en su estado natural espacios que representen los ecosistemas del país o combinaciones características de éstos.
	2. Mantener el hábitat necesario para especies o conjuntos de especies silvestres con condiciones particulares de distribución.
Garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano	3. Conservar la capacidad productiva de ecosistemas naturales, seminaturales y la viabilidad de las poblaciones de especies silvestres terrestres y acuáticas (marinas o continentales), de manera que se garantice una oferta durable de estos recursos.
	4. Mantener las coberturas vegetales naturales y seminaturales y las condiciones ambientales necesarias para regular la oferta hídrica, prevenir y controlar erosión y sedimentación, y garantizar la calidad del aire.
Garantizar la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza	5. Conservar áreas que contengan elementos o manifestaciones naturales de fauna, flora, agua, gea, que se constituyen en espacios únicos, raros o de atractivo escénico especial, debido a su significación científica, cultural o emblemática o que conlleven significados tradicionales especiales para las culturas del país.
	6. Proveer espacios naturales o seminaturales aptos para el deleite, la recreación, la educación y el mejoramiento de la calidad ambiental.
	7. Conservar espacios naturales que contengan elementos de cultura material de grupos étnicos, vestigios arqueológicos y sitios de valor histórico.

Desde la MIM se viene insistiendo en la importancia de que los diferentes actores avancen en la percepción sistémica del Sinap, con el fin de trascender los intereses particulares y que los esfuerzos de investigación y monitoreo respondan a la consolidación de este esfuerzo nacional y se orienten hacia este objetivo. En este sentido, la comprensión de la estructura del Sinap es fundamental para la definición de sus necesidades de investigación y monitoreo, pues permite determinar el para qué, el para quién y el cómo en las preguntas que se formulen. En particular, para que los procesos de generación, transmisión y apropiación de información y conocimiento contribuyan al cumplimiento de los objetivos generales y específicos del *sistema como un todo*, es importante construirlos teniendo en cuenta lo siguiente:

- El *sistema como un todo* supone una estructura jerárquica anidada: las partes del *sistema* están contenidas en otras partes de niveles superiores, es decir, lo local está contenido en lo regional-subnacional y lo regional-subnacional está contenido en lo nacional (Andrade 2005).
- El *todo*, es decir el Sinap, es mayor que la sumatoria de sus partes o áreas protegidas individuales (Chaves y Hurtado 2007, Mow y Chaves 2009).

Según lo anterior, el Sinap no es un agregado de unidades de conservación ni de subsistemas de áreas protegidas o iniciativas regionales. Por esta razón no es viable construir ni desarrollar sus estrategias

de investigación y monitoreo sumando estrategias propuestas desde y para cada una de las áreas. Se requiere trascender las particularidades de cada área protegida y de cada actor, para lo cual es necesario avanzar, en primer lugar, hacia un consenso sobre preguntas de investigación y monitoreo integradas en la escala superior nacional. Estas preguntas sistémicas deben evidenciar y asegurar los relacionamientos y las sinergias entre las áreas protegidas, los subsistemas que conforman y el Sinap como un *todo*. En segundo lugar, se debe apuntar a resolver otras preguntas de carácter local y regional, de manera que la información que generen pueda ser agregada de lo local a lo nacional, teniendo en cuenta que hay información que es viable agregar y otra que no.

Todo lo anterior supone el reto de la construcción e implementación de un Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap en doble vía:

- Que seleccione requerimientos de información, conocimiento, evaluación y seguimiento para los niveles superiores del *sistema* (nacional sobre subnacional-regional y subnacional-regional sobre local), que aporten y consoliden su estructura y contribuyan al cumplimento de los objetivos generales y específicos que el país persigue.
- Que desarrolle criterios y mecanismos que integren y articulen, en los niveles superiores del *sistema* (nacional y subnacional), información y conocimiento generados desde las áreas protegidas y desde los subsistemas locales y regionales que conforman. Se refiere a la agregación de información y conocimiento que respondan a diferentes ámbitos de gestión (pública regional y local, ciudadanos, pueblos indígenas, afrodescendientes y propietarios privados) con grandes particularidades, pero fundamental para garantizar una mayor legitimidad en los procesos de investigación y monitoreo, y una participación más representativa y efectiva de los diferentes actores vinculados a la gestión y manejo del Sinap.

En aras de un ejercicio concertado de identificación de las necesidades de investigación y monitoreo para el *sistema,* que involucre acuerdos conceptuales, es importante retomar y precisar algunas definiciones, criterios y herramientas planteadas a través de ejercicios del orden nacional y técnico. Estas se exponen a continuación:

Sobre la investigación:

- La investigación ambiental es "aquella que se ocupa del estudio del entorno físico-biótico, de su relación con la estructura sociocultural y de las dinámicas que tal relación conlleva" (MMA *et ál.* 2001).
- "Los fenómenos y problemáticas ambientales tienen un carácter holístico, en los que intervienen consideraciones culturales, territoriales y temáticas. Por lo tanto, la gestión de la investigación reconoce y fomenta la transdiciplinariedad, complementariedad e interdependencia entre los procesos y las dinámicas de las que se ocupa" (MMA *et ál.* 2001).
- "La investigación comprende los diversos modos de generación y transmisión de conocimiento que existen en el país" (Franco *et ál.* 2003). Particularmente, en temas que son fundamentales para la consolidación del Sinap, como por ejemplo el ordenamiento ambiental territorial, y para la investigación en áreas protegidas, es necesario generar espacios de construcción colectiva de conocimiento (UAESPNN 2001) desde una perspectiva de diálogo intercultural (Franco *et ál.* 2003).

PNN Cueva de los Guácharos ubicado en los departamentos de Huila y Caquetá. Foto: F. Nieto.

En síntesis, la investigación es el mecanismo de generación y transmisión de información y conocimiento pertinente para la conservación, de forma integrada y coherente, incluyendo los aspectos biofísicos y sociales, y mediante los modos de investigación más apropiados (Franco *et ál.* 2003).

Sobre el monitoreo:

- En el contexto del Sinap, y de acuerdo con lo establecido en el CDB y el PTAP, el monitoreo consiste en "evaluar el estado, las tendencias y amenazas sobre las áreas protegidas para optimizar su planificación y gestión, realizar un seguimiento efectivo a las respuestas ambientales y sociales por su establecimiento, y garantizar su integración en escalas amplias del paisaje" (Memorando de entendimiento 2006).
- En el CDB, así como en ejercicios del nivel nacional (Armenteras *et ál.* 2003, Memorando de entendimiento 2006, Santamaría y Corzo 2007), se viene adoptando el modelo presión-estado-respuesta (PER) como marco conceptual del monitoreo. Igualmente, desde el Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), el monitoreo se viene trabajando con el enfoque PER (Flórez Zambrano *et ál.* 2010), así como en algunas iniciativas regionales. Un ejemplo fue el uso de la herramienta RAPPAM (*Rapid Assessment and Prioritization of Protected Areas Management* por su sigla en inglés), diseñada para medir dinámicas e identificar valores objeto de conservación en el nivel de subsistemas de áreas protegidas. Desde este enfoque se genera y se mantiene actualizada la información sobre el estado de los objetos de conservación, las presiones y las amenazas que causan su deterioro, las dinámicas y tendencias de cambio en los mismos ("señales"), y se identifican las actividades potenciales de restauración y desarrollo sostenible.
- La información que se genera con el enfoque PER nutre dos tipos de monitoreo: el primero responde a la efectividad de la conservación, relacionada exclusivamente con los objetivos nacionales de

conservación (Tabla 2) y el segundo responde al seguimiento de la efectividad del manejo en el sistema, el cual se ocupa de todos los aspectos institucionales, organizacionales e instrumentales para la construcción y consolidación del Sinap. Algunos de estos aspectos son la interacción de los actores responsables y relacionados con el sistema (instituciones y dimensión participativa), el flujo de información entre los mismos, y la administración y gestión de manejo en el nivel de sistema (Chaves y Hurtado 2007) (Figura 2). Estos dos tipos de monitoreo tienen un papel relevante ya que son instrumentos para generar el conocimiento, la información y las señales que indican la necesidad de hacer correctivos para optimizar la planificación y la gestión, y dar cumplimiento a los objetivos nacionales de conservación en nuevos contextos (Andrade 2005).

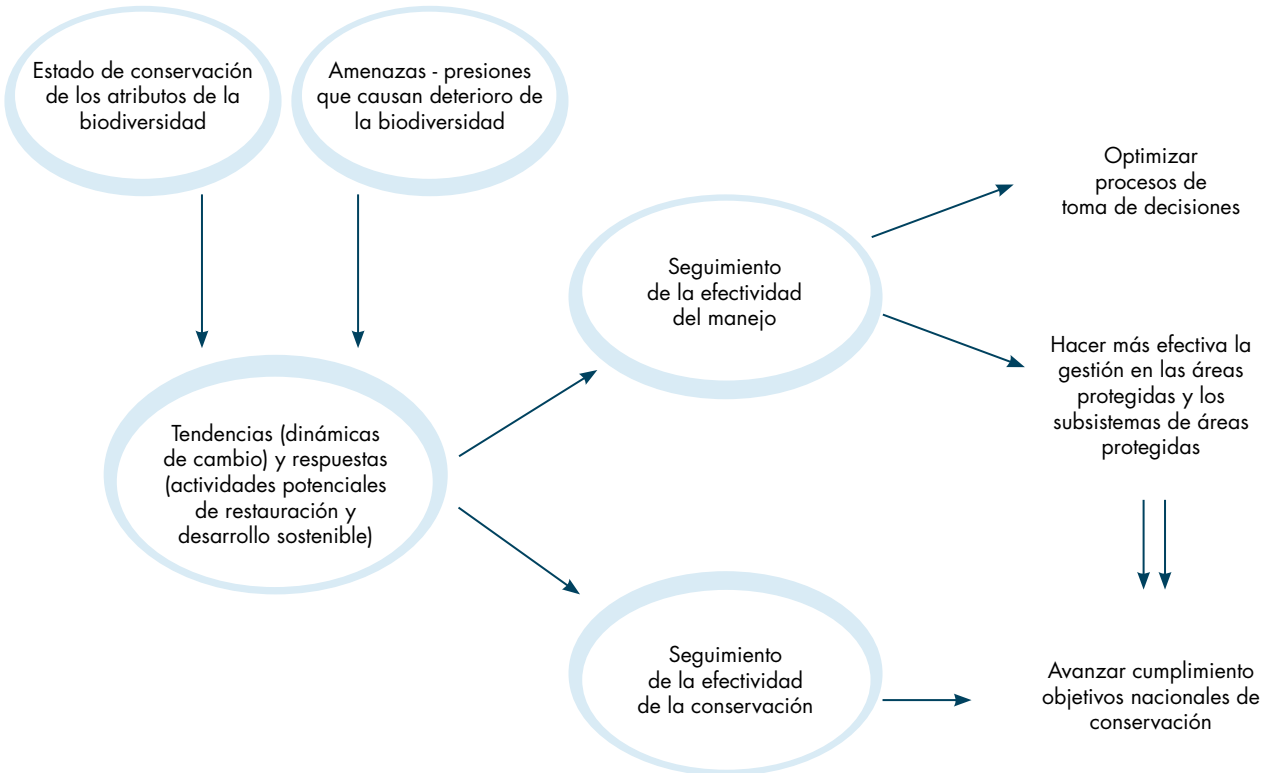


Figura 2. Modelo PER en el marco de la planificación y gestión del Sinap.

En síntesis, se busca que los diferentes tipos de información que resulta de las estrategias de conservación en los tres ámbitos biofísicos se articulen e integren dentro de las escalas anidadas que conforman el sistema. Esta integración debe tener en cuenta la convergencia y participación de múltiples actores institucionales y sociales, desde diferentes ámbitos de gestión (públicos y privados) y formas de gobierno para ofrecer, desde una perspectiva multicultural, una línea base en permanente actualización sobre el estado de los objetos y procesos de conservación en el contexto de una matriz de paisaje dinámica y cambiante.

III. El Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap: un proceso dinámico, construido de manera concertada y enfocado en prioridades temáticas

Anolis apollinaris, vereda El Trigo, municipio de Guaduas, Cundinamarca. Foto: A. Hurtado Guerra.

Con la orientación y el apoyo del grupo núcleo de la MIM, entre mayo de 2009 y diciembre de 2010 la secretaría técnica de la mesa llevó a cabo un proceso de consulta, discusión y concertación para avanzar en la construcción del Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap. Este proceso no se desarrolló de manera continua, sino en dos periodos de siete y ocho meses respectivamente, y contó con las siguientes directrices:

- Si bien la MIM ha sido establecida para impulsar la implementación de los objetivos 9 y 10 del PA-Sinap, es necesario promover sinergias con las otras mesas técnicas y grupos de trabajo que coordinan los demás objetivos. La investigación y el monitoreo son instrumentos transversales que, en el marco del PA-Sinap, deben contribuir a la toma de decisiones informadas sobre gestión y manejo del sistema.
- La complejidad y dinámica del proceso de consolidación del Sinap exigen que se

identifiquen **prioridades temáticas** en las cuales centrar los esfuerzos de discusión y definición de requerimientos de investigación y monitoreo. Estas prioridades favorecen la orientación y concertación inicial, pero deben ser objeto de revisión, ajuste y actualización permanente para abordar las necesidades de conocimiento que el sistema vaya demandando desde sus diferentes ámbitos de gestión.

- Es necesario avanzar en la formulación de preguntas sistémicas al interior de las prioridades temáticas identificadas. Estas preguntas se formulan desde la mirada de sistema y para el Sinap como un *TODO* (escala superior nacional), buscando generar la información y el conocimiento requeridos para asegurar los relacionamientos y las sinergias entre sus áreas protegidas y los subsistemas que lo conforman.

Como resultado del trabajo de consulta, y por recomendación de los miembros del grupo núcleo de la MIM, se identificaron cinco prioridades temáticas, todas igualmente relevantes para la gestión de la conservación en los ámbitos nacional y regional. Dos de estos temas, representatividad en el nivel de especies y conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap, se plantearon con el propósito de contribuir al cumplimiento del Objetivo 1 del PA-Sinap: *asegurar la representatividad ecológica del Sinap y la conectividad entre las áreas protegidas que lo integran* (PA-Sinap versión 2011 en discusión: http//www.parquesnacionales.gov.co).

Este objetivo se encuentra a cargo de la Mesa de Prioridades, que ha avanzado sustancialmente en la identificación de vacíos y prioridades de conservación en el nivel de ecosistemas (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011).

Como tercer tema, también relacionado con el objetivo 1 del PA-Sinap, se priorizó la representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en el Sinap, debido a su ausencia en la definición de prioridades nacionales de conservación y en los objetivos de conservación de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas. Las dos últimas temáticas hacen referencia a la contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de **servicios ecosistémicos**, y su capacidad de respuesta adaptativa a los determinantes de **cambio global ambiental**.

De los cinco temas, sólo fue posible abordar los cuatro primeros mediante talleres de trabajo con amplia participación institucional, académica y de organizaciones de la sociedad civil relacionadas con el Sinap. En particular, en las temáticas de conectividad y servicios ecosistémicos fue en las que más se avanzó. El tema de cambio global ambiental aún no cuenta con avances.

Los resultados obtenidos en los talleres fueron recogidos en memorias e informes de trabajo y, posteriormente, organizados bajo la estructura de Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap que se presenta en este capítulo. Con las diferencias del caso, para cada una de las prioridades temáticas el plan expone: i) los principales elementos en torno a los vacíos de información y conocimiento discutidos, incluyendo acuerdos conceptuales, antecedentes y enfoques metodológicos a tener en cuenta; ii) los requerimientos de investigación y monitoreo propuestos; y iii) los ejercicios conceptuales y metodológicos aportados por consultores e investigadores de diferentes instituciones. A manera de síntesis, los requerimientos propuestos se presentan en el Anexo 1, desglosados en objetivos y líneas de investigación y monitoreo, preguntas asociadas y actividades identificadas. Adicionalmente, los anexos 2 a 4 exponen los planes de trabajo construidos para

abordar las actividades priorizadas en las temáticas de conectividad y servicios ecosistémicos, tanto en el ámbito terrestre como marino. En éstos se detallan los requerimientos específicos de información, subactividades y productos esperados para sus actividades priorizadas.

Aunque carece de metas (temporalidad en los objetivos y las actividades propuestas), el plan propuesto ofrece el primer instrumento de consulta y trabajo para la articulación de procesos de generación de conocimiento en el Sinap. Ante todo, es un plan que ha sido concebido en el marco de una mesa temática interinstitucional y, de manera concertada, para un escenario dinámico y en construcción como es el Sinap. El reto principal es continuar avanzando en su formulación e implementación, pero más allá de los intereses y las necesidades particulares de cada actor por separado y sobre las bases conceptuales de la visión sistémica de la conservación, el enfoque socioecosistémico y las redes ecológicas.

A. Representatividad del Sinap en el nivel de especies

El objetivo general del PTAP es alentar a los países para completar redes de áreas protegidas ecológicamente representativas, tanto en el ámbito terrestre como marino, proporcionando una protección básica a toda la biodiversidad nacional con especial énfasis en especies amenazadas y endémicas (Dudley & Parish 2006). De este objetivo mundial se desprende el compromiso nacional plasmado en el Objetivo 1 del PA-Sinap que ya se mencionó.

Una representación adecuada requiere que las redes o los sistemas de áreas de conservación incluyan ejemplos de todos los componentes de la biodiversidad de una región (diversidad de todos los niveles taxonómicos, estructurales y funcionales de organización de la vida) (Sarkar *et ál*. 2006). En la planificación de la conservación es necesario que los componentes de la biodiversidad sean individualizados y medidos de alguna manera (Williams *et ál*. 1994, Sarkar 2002, Sarkar & Margules 2002, citados en Sarkar *et ál*. 2006). Sin embargo, la dificultad (o imposibilidad) de medir todos los componentes de la biodiversidad de una región ha llevado al uso de medidas parciales y estimadas, conocidas como sustitutos de la biodiversidad. Estas medidas hacen referencia, de manera directa o indirecta, al grado en que varía la biodiversidad entre un sitio y otro. Su amplia utilización y aceptación radica en que facilitan la toma de decisiones en contextos de alta biodiversidad, donde generalmente la información sobre las especies es incompleta y fragmentaria.

El análisis de vacíos[1] desarrollado para la definición de prioridades nacionales de conservación (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011) abordó la representatividad en el nivel de ecosistemas, diferenciándolos biogeográficamente. Con el propósito de complementar la diversidad de ecosistemas (variable sustituta) con la variabilidad en la distribución espacial de las especies (atributo del nivel

1 El análisis de vacíos (*Gap analysis* en inglés) es un enfoque de planificación de la conservación, basado en la evaluación de la amplitud de las redes existentes de áreas protegidas y la identificación de vacíos en su cobertura (Rodríguez *et ál*. 2004).

de especies), en dicho análisis se anidaron los ecosistemas definidos en el Mapa de Ecosistemas de Colombia (Ideam *et ál.* 2007) en las unidades biogeográficas propuestas por Hernández Camacho *et ál.* (1992). Es claro que este ejercicio de priorización corresponde a un primer filtro grueso y, si bien el atributo biogeográfico favorece que muchos endemismos queden incluidos en las áreas seleccionadas, es indudable que muchas otros no quedan representados. Por esta razón es prioritario responder a la siguiente pregunta: *¿Qué ocurre con los sitios o las áreas que no se seleccionan en los ejercicios de priorización?*

La prueba positiva del valor de conservación resulta necesaria pero no suficiente y debe ser complementada con el falseamiento de las áreas descartadas (Andrade 2009). Estos falsos negativos encierran vacíos y omisiones que deben abordarse en aras de reducir el nivel de incertidumbre de pérdida de biodiversidad por falta de conocimiento o no uso del mismo. En consecuencia, la tarea siguiente consiste en incorporar otros atributos y criterios de la biodiversidad, del nivel de especies, que ajusten y complementen estos análisis de representatividad en el nivel nacional.

Elementos de discusión y requerimientos de investigación y monitoreo

En el marco de esta prioridad temática la pregunta central es la siguiente: *¿Cuál es la contribución desde el nivel de especies a la consolidación del Sinap?* Responderla supone reforzar, complementar y trascender los criterios de riqueza, endemismo y amenaza en los cuales se centra la mayor parte de la información que se viene generando en el país para la conservación de las especies. Por un lado, se requieren orientaciones para tomar decisiones inmediatas con la información existente, así sea imprecisa e insuficiente. Por otro, es necesario abordar requerimientos de investigación y

Atardecer en la Orinoquia. Foto: F. Nieto

monitoreo desde otros enfoques y criterios. Todo lo anterior, buscando no sólo contribuir a avanzar en el conocimiento *per se* de esa biodiversidad protegida en el nivel de especies, sino también en la puesta a disposición de ese conocimiento de forma rápida, estratégica y oportuna para la toma de decisiones en el marco de una gestión adaptativa de la conservación (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011).

1. Especies y grupos de especies en los cuales enfocarse para complementar la representatividad del Sinap

Para el tema de especies en el Sinap, es indispensable promover la consolidación de una base de información completa y en permanente actualización con todas las categorías de especies del país. Esta sistematización debe realizarse con énfasis, en primer lugar, en las especies que presentan el mayor riesgo de extinción, como son las endémicas, casi endémicas, con distribución restringida y amenazadas y, en segundo lugar, en especies o grupos de especies con atributos tales como los siguientes:

a. Grupos de especies funcionales y especies indicadoras de procesos ecológicos.
b. Especies migratorias.
c. Especies congregatorias, es decir, sus poblaciones presentan concentración de individuos en grandes números, en sitios clave para su descanso, alimentación, reproducción o anidación.
d. Especies con valor o interés cultural.
e. Especies con valor o interés socioeconómico.
f. Especies indicadoras de la dinámica de recuperación (positivas) o transformación de los ecosistemas (negativas). Por ejemplo, especies invasoras.
g. Especies más vulnerables a cambio climático. Por ejemplo, especies andinas y con distribución altitudinal restringida.
h. Especies de importancia filogenética, es decir, de importancia en la historia evolutiva de la especie. Por ejemplo, especies pertenecientes a taxa basales y, por lo tanto, filogenéticamente raros.

Una base de información de estas características permitirá ver cuáles especies pueden contribuir "mejor" a complementar las áreas priorizadas en el nivel de ecosistemas. Al mismo tiempo, se requiere definir **criterios para la agregación de esta información,** con base en los cuales priorizar qué incorporar y con qué grado de urgencia. Por ejemplo, centros de endemismos, sitios de concentración de especies amenazadas y de especies funcionales críticas, entre otros.

Aunque todos los grupos taxonómicos y grupos de especies son relevantes, para empezar, hay dos criterios determinantes para su selección: **cantidad y calidad de la información disponible** y **escala de análisis**. Además de la conveniencia de involucrar grupos con buenas bases de información, es importante incorporar grupos cuya variabilidad espacial se aprecia en diferentes escalas geográficas. Por ejemplo, los anfibios exhiben distribuciones muy localizadas, por lo que su análisis debe realizarse en escalas muy detalladas. En cambio, la variabilidad espacial de mamíferos y aves puede evaluarse a escalas más generales. Por otro lado, los peces son un grupo que complementa muy bien los anteriores dado que permite involucrar, parcialmente, la diversidad de los ecosistemas acuáticos continentales, los cuales tienen falencias y poca interpretación en los ejercicios de priorización adelantados. En general, la inclusión de especies dulceacuícolas y marinas en estos análisis debe considerarse un complemento fundamental y prioritario.

Para todos los requerimientos planteados es importante establecer metas delimitadas en el tiempo, con base en los cuales establecer los compromisos para ir incorporando las áreas críticas de los grupos seleccionados. Las metas deben plantearse en el marco de lo posible y viable. La cantidad y calidad de la información disponible son también una señal de las fortalezas técnicas en torno al conocimiento de los grupos y determinan buena parte de las oportunidades de trabajo existentes. En consecuencia, se debe empezar con unos grupos de especies, pero apuntando a incluir, gradualmente en el tiempo, todos los elementos de la biodiversidad del país.

Adicionalmente, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, MADS 2012) plantea una gestión del territorio desde el enfoque socioecosistémico, cuya base conceptual se fundamenta principalmente en grupos funcionales de especies[1] (conjuntos de especies que desempeñan funciones tales como dispersión de semillas, polinización, depredación, herbivoría, fijación de nitrógeno, descomposición, generación de suelo, entre otros. Ver Franco en esta publicación). Al respecto es inminente evaluar cuáles de las especies funcionales pueden aportar más a la consolidación del Sinap, en la medida que complementen su representatividad y que su conservación contribuya a mantener funciones y procesos esenciales en la dinámica ecológica de los ecosistemas protegidos. La selección de estas especies también debe tener en cuenta su contribución al monitoreo de la efectividad del manejo en el nivel de sistema, como indicadoras potenciales de la integridad ecológica de la matriz de paisaje de los subsistemas de áreas protegidas y de la funcionalidad ecológica de sus ecosistemas.

Como punto de partida, con la información disponible es viable evaluar e involucrar, en el corto plazo, los siguientes dos grupos de especies funcionales para complementar la representatividad del Sinap:

- Las **especies migratorias**, por su movilidad en el territorio, constituyen un elemento importante de funcionalidad. Entre éstas, las especies migratorias de aves cuentan con una base de información actualizada (Naranjo y Amaya Espinel 2009).
- Las **congregaciones temporales** o **concentraciones de individuos de especies** que ocurren en determinados momentos y sitios claves del territorio corresponden a un atributo funcional de ciertas especies y no están representadas en el Sinap (por ejemplo, cuevas, desovaderos de tortugas, garzeros, congregaciones de aves playeras, entre otros).

1 Según Vilà (1998): "*se define por función la capacidad del ecosistema de llevar a cabo los procesos básicos de transferencia de energía, nutrientes, agua y CO_2 (Hobbs et ál. 1995). Las funciones se desglosan en procesos secundarios del ecosistema: producción primaria, producción secundaria, descomposición, ciclo de nutrientes, hidrología, desarrollo y fertilidad del suelo y perturbación. Un grupo funcional es un grupo de especies que desempeña el mismo papel en mantener y regular esos procesos del ecosistema. Las características utilizadas para clasificar las especies en grupos funcionales dependen del tipo de ecosistema y del objetivo de estudio (Walker 1995). Por ejemplo, para clasificar las especies de un ecosistema semiárido en grupos funcionales, las características a tener cuenta pueden ser la profundidad de las raíces, la resistencia a la sequía, la eficiencia en el uso del agua y la dormancia de las semillas*".

2. Planificación de la investigación y el monitoreo de especies en el Sinap desde la perspectiva de pérdida de biodiversidad y riesgo de extinción

La planificación de la conservación en el país requiere complementar y ampliar el enfoque, basado en la riqueza de especies, con la perspectiva de pérdida de biodiversidad. Prevenir la extinción de las especies es un tema central de investigación y monitoreo del Sinap y de capacidad de gestión e inversión para la conservación de la biodiversidad del país. Es comprensible que en el ámbito científico las discusiones sobre las especies tiendan a complejizarse; sin embargo, debe buscarse que éstas se hagan más concretas desde la perspectiva de las transformaciones rápidas del territorio. Asumir la investigación y el monitoreo desde esta perspectiva favorece la generación de conocimiento e información pertinentes para manejar las especies antes de que se acelere el proceso de fragmentación de sus poblaciones y que ingresen a las listas rojas. Aunque es relevante avanzar en discusiones sobre temas como nicho ecológico, más aún en el marco de futuros escenarios de cambio climático, hay necesidades que demandan atención inmediata, como por ejemplo que las especies sobre las que no hay información se están quedando por fuera de los análisis, las prioridades y estrategias de conservación.

Adicionalmente desde la perspectiva de los cambios ambientales y sus efectos en el territorio es indispensable evaluar, en el corto plazo, si las especies amenazadas de las listas oficiales (de acuerdo con las diferentes categorías de la UICN; Dudley 2008) son las que en realidad están potencialmente en riesgo. Por esta razón es necesario continuar promoviendo la actualización de los libros rojos[1], ya que son una herramienta para definir prioridades de conservación a partir de la evaluación del riesgo de extinción de las especies. Su actualización requiere un esfuerzo colectivo para revisar todas las especies y evaluar cuáles están potencialmente amenazadas y cuáles no, en qué grado de amenaza se encuentran y las razones por las cuales pueden estarlo.

Vale la pena mencionar que, desde el 2007, la Pontificia Universidad Javeriana viene liderando la realización de una nueva evaluación de riesgo de extinción de la avifauna colombiana (Renjifo *et al.* 2013). Además de la importante y exhaustiva actualización de información, dicha evaluación incluye el desarrollo de indicadores de listas rojas (algo que se ha hecho a escala global y no nacional) para ver cómo ha sido la evolución del riesgo de extinción de las especies en el país. Estos indicadores contribuyen en gran medida a la construcción de un sistema de monitoreo de la política de conservación del país pues señalan si el estado de conservación de las especies ha mejorado o se ha deteriorado según los cambios genuinos (reales) en sus poblaciones. La base de información resultante tendrá una aplicación directa en los análisis de vacíos para determinar áreas prioritarias para conservar las especies amenazadas, las cuales pueden estar o no representadas en las áreas protegidas.

En el marco de las especies amenazadas es importante ir más allá de la mirada de las especies individuales para enfocar la atención en los conjuntos de especies que coexisten en hábitats o localidades

1 La serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia es desarrollada principalmente por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto Humboldt y el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, con la participación de otras entidades.

Fauna Saltamontes. Foto: F.Nieto.

de especies endémicas y amenazadas. El propósito es llegar a contar con un análisis de vacíos de las áreas críticas o claves de biodiversidad (en inglés KBA, *key biodiversity areas*), como ya se ha hecho y publicado mundialmente (Eken *et ál.* 2004, Langhammer et ál. 2007, Edgar *et ál.* 2008). A través de un análisis de esta índole se pueden compilar espacialmente los libros rojos, una vez se hayan actualizado, para apreciar coincidencias en las áreas amenazadas de los diferentes grupos taxonómicos y comparar los grados de pérdida de diversidad entre éstos. En principio es importante hacerlo con la información existente para después complementar las bases de información con aquella que se vaya generando. Todo esto aportaría una mirada de conjunto, espacialmente integrada, de todas las especies amenazadas.

En síntesis, es esencial promover la evaluación periódica del riesgo de extinción de las especies amenazadas de todos los grupos taxonómicos como parte del sistema de monitoreo de la biodiversidad del país. De esta forma se puede establecer qué tan representadas están las especies amenazadas en el Sinap.

A todo lo anterior se suma la pertinencia de evaluar tanto las especies endémicas como las de distribución amplia que no están amenazadas pero sí tienen ciertas vulnerabilidades dentro de los ecosistemas que constituyen su hábitat (por ejemplo, grupos de especies de importancia económica cuya presión de uso está aumentando o especies no amenazadas que muestran disminución en su distribución). También debe considerarse que, aunque el Sinap cuente con la representatividad ecosistémica "deseada", es posible que en esos ecosistemas muchas de las especies de los grupos funcionales hayan desaparecido generando cambios en los ensamblajes de especies (predominancia de unas y desaparición de otras). En este contexto, la pregunta a abordar es la siguiente: *¿Qué pasa con los grupos funcionales de especies en el contexto de pérdida de biodiversidad?*

3. Ausencia de los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad biológica en los objetivos de conservación del Sinap

Los objetivos del Sinap también reflejan la visión limitada de las especies que se centra, casi exclusivamente, en los criterios de riqueza y singularidad (especies endémicas y restringidas). *Grosso modo*, el Objetivo general 1 resume el tema de biodiversidad y los objetivos 2 y 3, que no son excluyentes, contribuyen al mismo desde la perspectiva integral del territorio (bienes y servicios ambientales, diversidad cultural y valoración social de la naturaleza. Ver Tabla 2 en el Capítulo 2). Sin embargo, los objetivos específicos del Sinap sí encierran grandes falencias para el tema y nivel de especies. En particular, se habla de "*mantener el hábitat necesario para especies o conjuntos de especies silvestres con condiciones particulares de distribución*". Esto hace referencia a especies endémicas y restringidas y a sitios de importancia biológica y ecológica; pero no considera los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad biológica[1].

Es importante mencionar que ya hay avances importantes en el país sobre los patrones de biodiversidad en el territorio que no se han incluido como insumo en la toma de decisiones para la conservación. Se pueden nombrar los siguientes:

- Sobre irremplazabilidad o diferenciación latitudinal y altitudinal de conjuntos de especies hay resultados importantes de los inventarios realizados por el Instituto Humboldt en la cordillera Oriental (por ejemplo Escobar *et ál*. 2006).
- Sobre los diferentes patrones de diversidad beta y gamma en el territorio, o cómo varían los ensamblajes de especies entre cuencas y altitudinalmente, hay avances para el Sirap Eje Cafetero (Kattan *et ál*. 2005) y para el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (WWF Colombia *et ál*. 2008). Sus resultados también son insumo para que el Sinap logre la mayor representación de los diferentes patrones de diversidad beta y gamma.

4. Modelamiento de la diversidad y riqueza de especies como herramienta esencial para la de toma de decisiones en el Sinap

Para algunos es preocupante la tendencia hacia una biología virtual, en oposición a la biología desarrollada con base en trabajo de campo. No obstante, en un país tan diverso como Colombia, el uso de modelos constituye una herramienta esencial para un sistema de toma de decisiones.

---

1 "*Dentro de las posibilidades del pool regional, la diversidad alfa (puntual) refleja las relaciones ecológicas que se encuentran en un espacio puntual. La diversidad gamma (el pool regional de especies) es consecuencia de los procesos histórico-geográficos que actúan a nivel de mesoescala; condiciona y a su vez es influida por las diversidades alfa y beta. La diversidad beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes. Estas diferencias podrán ocurrir en el espacio, cuando las mediciones se hacen en sitios distintos en un mismo tiempo, o en el tiempo, cuando las mediciones se realizan en el mismo lugar pero en tiempos distintos. La definición de diversidad beta sensu Whittaker (1975) claramente se refiere a las especies como entidades taxonómicas y no a los números de especies*" (Halfftter y Moreno 2005).

Esto es viable siempre y cuando los científicos no pierdan de vista que tienen la responsabilidad de alertar a los tomadores de decisiones sobre el carácter hipotético que se debe dar a los modelos y la precaución en el manejo de los productos que se derivan de su implementación; también es necesario resaltar que, tarde o temprano, los modelos tienen que validarse en el campo.

En este contexto es estratégico abordar el modelamiento directo de la diversidad y la riqueza de especies como línea de investigación con base en la siguiente pregunta: *¿Cómo se relacionan la riqueza y diversidad de especies con las características ambientales del territorio?* Para responderla se necesitan metodologías que valoren y cuantifiquen la biodiversidad a través de indicadores. Estos indicadores deben ser prácticos (por ejemplo, ciertas características sinecológicas de la comunidad[1]) con el propósito de que se puedan incorporar en los modelos y utilizarlos en los análisis de priorización de áreas para la conservación.

Existen diferentes aproximaciones para modelar la riqueza y diversidad de especies directamente y después relacionar esta riqueza y la complejidad funcional de un ecosistema con otras características ambientales del territorio (Moreno 2001, Lobo y Hortal 2003, Halfftter y Moreno 2005, Koleff *et ál.* 2008, entre otros). En el marco del Sinap, es relevante promover la revisión de este universo de metodologías, con el objetivo de adoptar las que se estimen adecuadas, con las particularizaciones del caso, o promover la investigación en el país para su diseño e implementación.

1 "La sinecología es el estudio ecológico de una comunidad en las condiciones típicamente naturales, con el objetivo de derivar, a partir del análisis de asociaciones complejas, la determinación numérica de las especies y otras características" (Mata y Quevedo 2005 en Kapelle 2008).

Hay modelos que, además de contemplar la historia ambiental (lo que pasó), trabajan proyecciones futuras de distribución y pérdida de biodiversidad en escenarios de cambio considerando aspectos como la lógica y los patrones detrás de la transformación del territorio. Como hipótesis de trabajo, estos modelos constituyen una herramienta muy valiosa y determinante para tomar decisiones sobre la pertinencia de replantear o "mover" de un sitio a otro las prioridades de conservación. Sin embargo es importante destacar que las aplicaciones de este tipo de modelos han sido principalmente de carácter ecosistémico y que hace falta información sobre la dimensión multitemporal de la pérdida de especies que documente la historia de las extinciones locales y los cambios en su composición. Brindar claridad sobre cómo se han ido perdiendo las especies y cuáles han sufrido extinciones locales, contribuye también a aclarar qué especies no se pueden recuperar en los procesos de restauración de los ecosistemas.

5. Contribución del Sinap al mantenimiento de poblaciones viables de las especies objeto de conservación

La persistencia a largo plazo de las especies en la red o el sistema de áreas protegidas puede ser potenciada con objetivos que apunten a lograr **niveles más altos de representación (poblaciones múltiples o más grandes) y zonas con mejor calidad del hábitat**, y que consideren la configuración espacial del sistema y de las áreas que lo integran para mejorar la dispersión de las especies entre los sitios (Cabeza & Moilanen 2001 en Arponen 2009). En este orden de ideas, al mantenimiento de poblaciones viables en el Sinap se suman dos temas de gran relevancia, como son la **capacidad de dispersión de las especies** y **la conectividad**

ecosistémica. Ambos, estrechamente relacionados, se abordan más adelante, de manera directa o indirecta, en las prioridades temáticas "conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap" y "contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos".

Fundamentalmente, la viabilidad de la población de una especie se determina con base en el conocimiento de su **área de dispersión** y **los requerimientos de hábitat**. Para contribuir en esta vía, Shaffer (1981 en Primack y Ros 2002) definió la población mínima viable como la población más pequeña de la que pueda predecirse una alta probabilidad de persistencia en un futuro inmediato. La población mínima viable es una medida que permite estimar el número de individuos necesarios para conservar una especie (Menges 1991 en Primack y Ros 2002).

El Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap se debe enfocar en estas variables poblacionales. En primera instancia, centrándose en las poblaciones de especies endémicas y amenazadas, no sólo bajo las condiciones ambientales actuales, sino también en escenarios de cambio. Estos esfuerzos deben orientarse a evaluar las condiciones y la capacidad de las actuales áreas protegidas y los sistemas que conforman para salvaguardar las especies en cuestión. Lo anterior necesariamente implica revisitar los análisis de vacíos y ejercicios de priorización de áreas para la conservación, desarrollados en el nivel nacional y regional (Calero Hernández *et ál*. 2010, Andrade Pérez y Corzo Mora 2011, entre otros). En este contexto es importante aclarar que hay registros poblacionales de presencia mas no de ausencia y que la información disponible no es suficiente para hacer un diagnóstico sobre las poblaciones a escala de país (a excepción de aves marinas y playeras de la costa Caribe y Pacífica y algunos humedales en el interior. Por ejemplo, Johnston-González *et ál*. 2007, Estela *et ál*. 2010).

6. Conservación de la diversidad genética al interior de las especies objeto de conservación en el Sinap

La variación intraespecífica, o variabilidad de la especie, es un requisito para la evolución porque ofrece la posibilidad de que existan diferentes respuestas a las fuerzas selectivas (Jiménez y Collada 2000). Desde la perspectiva de cambio climático y su sinergia con otros determinantes de cambio global ambiental, esta variabilidad también se asume como una mayor capacidad de respuesta. Se trata de un campo no tanto virgen para la investigación, como para la gestión de la conservación. Hay avances importantes en cuanto a las técnicas para su evaluación y uso en programas de conservación (por ejemplo Jiménez y Collada 2000), pero es urgente ver cómo orientar la gestión desde esa información con el objetivo de priorizarla y hacerla funcional para la toma de decisiones. En especial, se requiere desarrollar estudios sobre resiliencia y capacidad adaptativa de las especies en el marco de pérdida de variabilidad genética (por tamaños poblacionales y sus implicaciones). Esto solamente es posible con recursos financieros significativos y el compromiso de promover la realización de un trabajo de muy largo plazo.

Vegetación de páramo. Foto: F. Nieto

7. Los inventarios de biodiversidad y el monitoreo en el nivel de especies como base del sistema de toma de decisiones del Sinap

La temática sobre monitoreo de las especies se ubica al final de los elementos de discusión, como corolario de los mismos. La tendencia y alta probabilidad de pérdida de biodiversidad en escenarios de cambio exigen que las bases de información que alimentan los criterios para establecer las prioridades de conservación y consolidar el Sinap se actualicen continuamente en el marco de un monitoreo permanente. En este sentido, la investigación y el monitoreo deben contribuir a generar insumos para una gestión adaptativa de la conservación que permita responder a la alta incertidumbre con relación a dónde se van a producir las pérdidas y los cambios y a la respuesta de la sociedad frente a los mismos, manteniendo abiertas las opciones por si surge una nueva oportunidad o una nueva amenaza (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011).

Para que el Sinap sea representativo en el nivel de especies se necesita el conocimiento, las listas completas y actualizadas de las especies del país y la claridad de lo que se quiere monitorear. Las especies más adecuadas para monitorear se escogen a partir de buenos inventarios. A la vez, estos inventarios requieren de taxonomía e identificaciones confiables, lo que depende de especímenes debidamente preservados en colecciones de museos. Esto último es esencial porque, de ser necesario, los especímenes deben ser re-estudiados, re-identificados o re-verificados. Además las revisiones están sujetas a clasificaciones taxonómicas que se modifican en la medida que las relaciones filogenéticas cambian y, en consecuencia, cambian también los entendimientos de muchos aspectos de las especies. Gracias a la aplicación de métodos moleculares, este proceso

está ocurriendo de manera vertiginosa en algunos grupos, como mariposas y aves (por ejemplo Elias *et ál.* 2009). Además, en las colecciones se requieren series temporales de especímenes de una especie que permitan, entre otros, documentar aspectos genéticos de sus poblaciones.

El monitoreo también requiere datos que se puedan analizar estadísticamente, por lo que hay que trabajar con especies que se puedan validar y para las que se puedan detectar cambios. No hay duda de que las especies endémicas o amenazadas son esenciales para la conservación; pero también son muy difíciles de observar con regularidad. Por esta razón, y con sentido práctico, es indispensable buscar correlaciones en la distribución de tales especies con otras más comunes, abordando la siguiente pregunta: *¿Qué especies comunes están asociadas o presentan un patrón de distribución similar al de las especies endémicas y amenazadas, las cuales son más fáciles de monitorear?*

Así como hay indicadores específicos para el nivel de ecosistemas, es evidente que falta una visión clara sobre el monitoreo en el nivel de especies. Por ejemplo, hay especies indicadoras de la integridad o grado de perturbación de los ecosistemas, pero no hay especies indicadoras de la respuesta de las poblaciones a los cambios naturales y de origen antrópico en el territorio. A excepción de los estudios sobre charapa (*Podocnemis expansa*. Ver Guiro *et ál.* 1996, von Hildebrand *et ál.* 1997, Martínez y Muñoz 1999, García Mora 2005), la mayoría de los esfuerzos de investigación en el nivel de especies es de corto plazo. Esto impide contar con información de los umbrales para determinar cómo se comportan las poblaciones en escenarios de cambio. Siendo la unidad esencial de la biodiversidad, las especies pueden arrojar información de todo tipo para el monitoreo en las diferentes escalas.

En consecuencia, es necesario restablecer o replantear las alianzas académicas, científicas e institucionales para producir inventarios pertinentes y actualizar los existentes, algo que históricamente ha sido difícil en el país. Aquí surge todo un tema de institucionalidad que es necesario revisar y hacer explícito para avanzar en el inventario y monitoreo de la biodiversidad dentro de un esquema coordinado de gestión para la conservación en general y para la consolidación del Sinap en particular. A esto apunta la Estrategia Nacional de Inventarios de Biodiversidad en Colombia, que se encuentra en proceso de formulación por la Universidad Nacional de Colombia a través de un convenio con el Instituto Humboldt.

En términos científicos, el monitoreo siempre se formula desde lo deseado. Sin embargo se hace una invitación y recomendación especial a formularlo desde lo posible y viable, aprovechando todas las oportunidades posibles para el levantamiento de información y su actualización. Además del aporte de los museos e institutos, es esencial vincular a la academia con su acervo de tesis y a los diferentes sectores productivos e industriales con los estudios sobre biodiversidad y de impacto ambiental, que deben realizar de acuerdo con la legislación ambiental. Igualmente, y con el propósito de promover la estandarización de criterios y el flujo de información, es pertinente y oportuno crear sinergias y espacios de articulación con iniciativas de conservación, investigación y monitoreo, del orden nacional e internacional, como las siguientes:

- Estrategia de Monitoreo (Flórez-Zambrano *et ál.* 2010) del SPNN.
- Estrategia Nacional de Inventarios de Biodiversidad en Colombia, mencionada anteriormente.
- Iniciativas lideradas por el Instituto Humboldt, tales como la Estrategia Nacional de Monitoreo

de Biodiversidad, la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas y el Sistema de Información en Biodiversidad) (ver Capítulo 4).
- Proyecto de evaluación de riesgo de extinción de la avifauna colombiana, mencionado anteriormente.
- Aicas (Áreas de Importancia Internacional para la Conservación de Aves).
- IPAS (*Important Plant Areas* o áreas importantes para la conservación de plantas).
- *Alliance for zero extinction*: iniciativa global que se enfoca en establecer dónde están las especies con mayor riesgo de extinción y en peligro crítico, así como dónde hay mayor concentración de estas especies y qué hay que hacer para evitar su extinción.

Hay que destacar que las áreas del SPNN, las reservas naturales de la sociedad civil y los territorios étnicos constituyen una oportunidad para contar con sitios y estaciones de monitoreo de largo plazo y promover las alianzas con la academia para desarrollarlo con su apoyo y orientación en el contexto de una amplia participación de actores locales. Igualmente las parcelas permanentes de vegetación, establecidas para medir carbono en el país, podrían tener un valor agregado de biodiversidad (ver Álvarez Dávila en esta publicación).

Considerando lo anterior debe pensarse en desarrollar protocolos que sean cuantitativos pero lo suficientemente sencillos para que se pueda asegurar la continuidad en la toma de los datos y en la forma como se toman esos datos. El problema más grave en el monitoreo aparece cuando se generan cambios antrópicos en los escenarios puesto que los datos que se tomaron hace diez años deben ser comparables con los datos que se van a tomar hoy. Buenos inventarios y datos sólidos de monitoreo deben ser la base del sistema de toma de decisiones del Sinap.

B. Representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en el Sinap[1]

Desde la perspectiva de la conservación, los sistemas ecológicos acuáticos continentales, o cuerpos de agua dulce y sus ecosistemas asociados, deben abordarse con un enfoque diferente al de los ecosistemas terrestres, pero no desligado de los mismos (enfoque integrador). Las siguientes son algunas de sus características que así lo determinan:

- El **continuo fluvial** que en muchos casos forman estos sistemas genera una estrecha interrelación en una misma cuenca entre sus partes alta, media y baja (ver Vannote *et ál.* 1980 y Sedell *et ál.* 1989). Adicionalmente, en aquellas cuencas con salida al mar, lo que sucede en sus partes altas, medias y bajas tiene efectos en las áreas marino-costeras donde desembocan sus ríos.
- No sólo se trata de sistemas lóticos de aguas corrientes, sino también de **sistemas pulsátiles inundables**, con zonación lateral y gran interacción con el ámbito terrestre (ver Junk *et ál.* 1989, Tockner *et ál.* 2000). Hay áreas terrestres que, además de contribuir a la integridad ecológica de los sistemas

1 Revisión científica temática: Carlos A. Lasso Alcalá.

acuáticos, dependen de los ambientes de agua dulce para su propia permanencia.

- Adicionalmente, la **dinámica y las variaciones espacio temporales en las áreas inundables periféricas** obedecen a su inundación permanente por efecto del desborde de los cauces de los caños, o a su inundación de manera intermitente por las precipitaciones locales (sólo reciben agua de origen pluvial) (ver Lasso *et ál*. 1999).
- Los sistemas acuáticos **"conectan" y sustentan procesos y estructuras** a lo largo de ámbitos espaciales tan amplios como la montaña y el mar, y a la vez reflejan en su dinámica intervenciones antrópicas realizadas en diversas escalas del paisaje (ver Sánchez *et ál*. 2007).

En Colombia la mayoría de los sistemas acuáticos se encuentran seriamente alterados debido a su demanda creciente y los impactos asociados a la misma (hidroeléctricas, represas, embalses, diques, agricultura intensiva, vertimiento de contaminantes por descargas urbanas e industriales, minería, sobrepesca, introducción y expansión de especies invasoras, deforestación, sedimentación, entre otros) que llegan a sobrepasar los umbrales de perturbación y vulneran el mantenimiento de sus procesos ecológicos. Cerca del 42% de los bosques de la cuenca del Magdalena han sido talados durante las últimas tres décadas, a una tasa de 1,9% anual (una de las más altas de Latinoamérica y del mundo), con el consecuente ascenso en los valores netos de erosión y un incremento alto y continuo en el transporte de sedimentos (Restrepo Ángel 2005). En la década de los setenta, las pesquerías del río Magdalena producían casi 80.000 toneladas de pescado al año (Galvis & Mojica 2007), correspondientes a un aporte del 77% al 95% de la pesca continental que, respecto a toda la pesca nacional registrada, en 2009 pasó del 69,0% al 18,6% (Gutiérrez *et ál*. 2011).

Aunque la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico (MAVDT 2010) sienta las directrices para su uso sostenible, la concesión de aguas viene ocurriendo sin el debido análisis y los criterios de regulación de caudales ambientales necesarios para mantener la integridad ecológica de los sistemas acuáticos continentales. Adicionalmente, la legislación nacional ambiental y de manejo de estos sistemas es débil y ambigua. En particular, el tema de los sistemas fluviales (cauce principal de los ríos y sus tributarios) no se ha incorporado a la legislación; a pesar de que se ha avanzado considerablemente en la implementación de la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia (MMA 2002), ésta es insuficiente para abordar todas las problemáticas que los aquejan. Por ejemplo, hay ríos que en sus pulsos de inundación forman complejos de humedales de cientos de kilómetros de extensión, pero el río *per se* no es considerado un humedal.

En el contexto del Sinap, muy pocas áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas incluyen los sistemas acuáticos como objetos de conservación. Aunque la mayoría de los parques naturales tienen sistemas fluviales como límites, estos ríos no hacen parte de sus objetivos de conservación. En consecuencia surge la siguiente pregunta: *¿Qué sentido tiene enfocarse en la conservación de especies como el bocachico, la charapa, el delfín y el manatí si no se parte de la conservación de los ecosistemas adecuados y requeridos para mantener sus poblaciones?* Para los ámbitos terrestre y marino hay criterios y metodologías definidas para designar áreas protegidas. Por el contrario, para el ámbito acuático continental no hay consenso sobre cuáles son los diferentes tipos de ecosistemas por conservar y el sistema actual de categorías es insuficiente para garantizar su integridad ecológica (ver Trujillo *et ál*. en esta publicación).

Elementos de discusión

1. Representación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en las prioridades nacionales de conservación

Para ser completos, los planes nacionales y regionales que identifican áreas críticas para la conservación deben incluir componentes representativos de la biodiversidad de agua dulce (Higgins *et ál.* 2005). Con relación a la incorporación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en el actual portafolio de prioridades nacionales de conservación (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011), desde una visión integral de los mismos y con unos criterios que permitan identificarlos, diferenciarlos y priorizarlos, se resaltan tres consideraciones importantes:

- Los ecosistemas dulceacuícolas son apenas perceptibles en la escala de evaluación empleada para el nivel nacional (1:500.000), por lo cual constituyen un tema emergente que deberá incorporarse en escalas más detalladas o locales.
- En los ecosistemas terrestres la representatividad constituye el elemento preponderante para la identificación de áreas prioritarias bajo los principios de resiliencia y homeostasis, siendo la conectividad es un elemento complementario para asegurar esa resiliencia. Por el contrario, en el ámbito acuático la conectividad determina cuáles son las áreas prioritarias e incorpora elementos complementarios de representatividad.
- En general, la incorporación del nivel de especies en la identificación de prioridades nacionales de conservación es una tarea difícil ya que la información disponible desde la perspectiva geográfica y taxonómica es poco homogénea y para las especies acuáticas los vacíos son incluso mayores. En la incorporación del componente biogeográfico en el análisis de vacíos del orden nacional (Andrade Pérez y Corzo Mora 2011) se establecieron distribuciones probables, pero de especies exclusivamente terrestres debido a la falta de información sobre los patrones de distribución de la gran mayoría de las especies acuáticas.

2. Consideraciones acerca de los modelos para la identificación y clasificación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales que existen en el país

Con el propósito de incluir la diversidad de sistemas ecológicos acuáticos continentales en escalas adecuadas para las evaluaciones nacionales y regionales se vienen diseñando métodos y modelos que los identifican y clasifican (ver Téllez *et ál.* en esta publicación). La discusión central en torno a estos modelos resalta la importancia de complementar las variables abióticas (como clima, gradiente altitudinal, pendiente, morfología y geología) con el régimen hidrológico (comportamiento del río a lo largo del año) y con variables bióticas y biogeográficas, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- La variable de biodiversidad acuática es determinante en los sistemas ecológicos acuáticos continentales. Por ejemplo, en el Pacífico es la composición en la diversidad acuática la que realmente diferencia

las cuencas, como las de los ríos Atrato y San Juan, que nacen en la vertiente occidental de la cordillera y presentan condiciones similares de relieve y pluviosidad (ver Maldonado-Ocampo *et ál*. 2006).

- El patrón de distribución actual de la mayoría de los organismos acuáticos (peces y macroinvertebrados) obedece a razones de índole paleohidrográfico y paleobiogeográfico. Por ejemplo, las distribuciones de las especies que habitan las cabeceras de los ríos son el resultado de eventos paleobiogeográficos y no de las condiciones físicas y químicas del sistema, que son de índole ecológica reciente (ver Ortega-Lara *et ál*. 2006a, 2006b).
- A lo largo de su curso, un río puede atravesar diferentes regiones biogeográficas. Este es el caso de la biota del río Guaviare, que difiere totalmente en sus cursos alto y bajo. En su parte alta se caracteriza por una biota andina, típica de ríos con alto contenido de oxígeno y temperaturas bastante bajas (condiciones que son recientes). En su curso medio-bajo, el río se caracteriza por la presencia de elementos orinocences y, en su curso más bajo, por elementos guyaneses (ver Lasso *et ál*. 2009, Miller-Hurtado *et ál*. 2009).
- Hay variables indirectas, como son los tipos de aguas (claras, blancas y negras), que también se deben involucrar en los modelos ya que son una evidencia indirecta de la paleobiogeografía de la cuenca. En el caso de los ríos de aguas negras que drenan por el Escudo Guyanés, desde el punto de vista filogenético su fauna es la más primitiva de la Orinoquia-Amazonia y contienen la mayoría de los endemismos y las especies únicas y raras. En contraste, la fauna que habita las planicies inundables del Orinoco-Arauca, de origen cuaternario (sedimentos recientes), es distinta (ver Machado-Allison *et ál*. 2010, Lasso y Sánchez-Duarte 2011).
- La variabilidad en los ríos tropicales es considerablemente mayor que en los ríos de zonas templadas debido a los diferentes tipos de cabeceras, cursos medios, cursos bajos, tipos de empalizadas, regímenes hidrológicos, entre otros. Esto implica considerar las siguientes dimensiones espaciales y temporales en la identificación y clasificación de los sistemas lóticos (ríos) (ver Téllez *et ál*. en esta publicación):
  - Longitudinal: *continuum* desde la cabecera hasta la desembocadura.
  - Lateral: toda la planicie inundable.
  - Vertical: diferentes estratos al interior del río.
  - Temporal: variaciones a través del tiempo.
- Los tipos de suelos y aguas, los regímenes o patrones hidrológicos y el componente biogeográfico operan como filtro grueso en el nivel regional. Es esencial que, a partir de éste, se seleccione el tipo de especies (filtro fino) cuya distribución se va a analizar, involucrando filtros de tipo local, tales como cabeceras de ríos, tipos de empalizadas, entre otros. En este punto es importante hacer la claridad de que, como es imposible trabajar con todos los macroinvertebrados, los análisis se deben enfocar en los grupos que no presentan tanta variabilidad y sí la mayor congruencia en su distribución (por ejemplo cangrejos, camarones y peces).

Igualmente, es necesario que los modelos en cuestión incluyan los componentes social y cultural y los posibles impactos por minería y la prospectiva de megaproyectos de infraestructura, indispensables para establecer prioridades de conservación en el contexto de manejo de los recursos acuáticos. Los componentes social y cultural hacen referencia a los asentamientos humanos y su densidad, su percepción y manejo cultural del territorio, las prácticas individuales y comunitarias, los impactos sobre los sistemas, entre otros aspectos.

3. Efectividad de las actuales áreas protegidas y los sistemas que integran en la conservación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales

Desde la perspectiva de conservación de los ecosistemas de agua dulce, el sistema actual de categorías de protección y manejo se percibe ambiguo y sin muchas posibilidades para regular su uso. A pesar de que ofrece ciertas posibilidades para incluir los sistemas acuáticos como objetos de conservación, no se han sabido utilizar suficientemente. Es claro que hay sitios estratégicos, como los de reproducción de algunas especies, que deben ser intangibles. Pero faltan mecanismos y categorías para trabajar el tema de uso, que es medular en la conservación de los sistemas acuáticos. A la luz del Decreto 2372 del 2010 (con relación al Sinap y las categorías que lo conforman), y teniendo en cuenta que proponer nuevas categorías es jurídica y normativamente más complejo, es necesario potenciar el tema de conservación y uso de los sistemas acuáticos desde las categorías existentes.

En este contexto es importante evaluar la efectividad de la figura de sitio Ramsar que, ante todo, constituye un reconocimiento internacional y no una categoría de manejo. Su mayor potencial consiste en que genera oportunidades de gestión de recursos internacionales. Un sitio Ramsar no es vinculante ni obligante en términos legales, aunque se haga un plan de manejo del mismo, porque la legislación colombiana no lo reconoce. En este sentido, es importante promover su reconocimiento e incorporación en el sistema de categorías, así como el de otras figuras de conservación con reconocimiento internacional, como las reservas de la biosfera. En un sitio Ramsar se pueden desarrollar estrategias de conservación *in situ* o *ex situ* mediante una serie de herramientas y oportunidades de conservación, tales como áreas protegidas, paisajes rurales, sistemas de producción sostenible, resguardos indígenas, entre otros. Por lo general, un sitio Ramsar tiene núcleos de protección estricta, asociados a todo el concepto de conservación (protección, restauración y uso sostenible). Actualmente, en Colombia hay cinco sitios Ramsar (tres lagunas y dos deltas) y; sin embargo falta una política y directriz nacional respecto a sus objetivos de conservación, que aclare los siguientes aspectos: *¿cuál es el uso y la figura de manejo que allí se debe establecer para cumplir con estos objetivos de conservación? ¿Qué autoridades ambientales deben administrarlas y coordinar la implementación de sus estrategias de manejo?*

Requerimientos de investigación y monitoreo

Una vez se tenga claridad sobre los sistemas acuáticos que se quiere representar en los sistemas de áreas protegidas (en el nivel de cuenca, y teniendo en cuenta las diferentes ecorregiones acuáticas y las escalas y variabilidades biogeográficas), es fundamental entrar a considerar aquellos atributos que son indispensables para mantener su integridad ecológica. Como ya se mencionó, en el ámbito acuático la **conectividad** tiene mayor peso y preponderancia que la **representatividad**. Además, la representatividad queda implícita cuando la unidad de análisis incorpora suficientemente el componente biótico.

Otros atributos que determinan la integridad ecológica de los sistemas acuáticos son la composición biótica, estructura, función, el régimen hidrológico (estacionalidad), los hábitats físicos (heterogeneidad), la oferta de energía, calidad del agua y el uso de los recursos. Dependiendo de la cuenca, cada uno de

estos atributos de integridad ecológica tiene diferentes umbrales de variación (resiliencia o capacidad de respuesta), que son los que determinan hasta dónde se puede alterar dicho atributo sin afectar la integridad ecológica del sistema. Caracterizar estos atributos y definir sus respectivos umbrales y los tipos de amenazas que los afectan son tareas esenciales de investigación y monitoreo que permiten obtener los criterios óptimos para priorizar cuáles sistemas acuáticos y dónde conservarlos.

En síntesis, los ejercicios de priorización de los sistemas ecológicos acuáticos continentales se deben realizar desde una visión de integridad ecológica y con la cuenca hidrográfica como unidad natural de análisis. A pesar de que en algunas zonas se requieren figuras de protección estricta para la preservación de una especie, sus ciclos y la dinámica de sus poblaciones, es esencial avanzar más hacia estrategias y figuras de manejo de los sistemas como un todo. Por ejemplo, que se mantengan los caudales ambientales, que no se introduzcan especies exóticas, que se implementen vedas, que se regule la extracción de ciertos recursos y se mantengan bosques riparios con una visión integral de manejo de toda la cuenca, de todo el curso y sus planicies inundables, sin fraccionarla. Lo anterior supone considerar la matriz de paisaje con todas sus categorías, en su contexto más amplio, sumando a las estrategias del Sinap (subsistemas y áreas protegidas que los integran) las del Sistema Nacional Ambiental (como ordenamiento de cuencas).

Flora en laguna de Ubaque. Foto: F. Nieto.

El reto consiste en promover los ejercicios de investigación y monitoreo para interpretar y evaluar la variabilidad espacial, la diversidad y singularidad biótica de los sistemas acuáticos y los atributos que determinan su integridad ecológica. También hace parte del reto lograr hacer efectivos los mecanismos de conservación para mantenerlos. Esto incluye la capacidad de respuesta de las instancias del Gobierno y su capacidad para legitimar el proceso. Justamente en este sentido hay mucho que aprender y replicar de la gestión de la conservación de los ecosistemas terrestres y marinos.

Las siguientes actividades son pertinentes para avanzar hacia la identificación precisa y detallada de los vacíos de información y conocimiento que se requiere abordar, para contribuir a la incorporación de los sistemas acuáticos en la definición de prioridades nacionales de conservación, como objetivos de conservación de las áreas protegidas y los sistemas de áreas protegidas que integran el Sinap:

- Construir una matriz de diagnóstico (línea base) donde se registre la información disponible y los procesos en marcha (oportunidades) en cada una de las grandes cuencas (Amazonas, Orinoco, Pacífico, Magdalena y Caribe). Esta matriz debe incluir qué información hay disponible, a qué escala ha sido generada y cómo se accede a la misma (fuentes bibliográficas, informes técnicos y otros).
- Realizar una revisión, un análisis y una evaluación de las categorías y figuras de conservación existentes en el país con el objetivo de ver cómo están representados los sistemas acuáticos en las mismas:
  a. Elaborar una lista de las categorías de conservación y manejo existentes en el marco del Sinap.
  b. Revisar cada una, a la luz de su efectividad para la conservación de los sistemas acuáticos (ventajas y desventajas).
  c. Identificar las categorías existentes con potencial para la conservación de los sistemas acuáticos.
  d. Identificar y revisar otras opciones de categorías que valdría la pena considerar como nuevas en el sistema (o potenciales alternativas como última opción).

Es prioritario ampliar y complementar el Sinap en términos de representatividad ecosistémica en el ámbito acuático continental, en lo más crítico y urgente, considerando todas las opciones posibles de conservación y manejo, más allá de las áreas protegidas. Una vez revisadas las categorías, es necesario continuar incorporando el tema de especies (con énfasis en especies endémicas y amenazadas; ver Mojica *et ál.* 2002, Mojica *et ál.* en prensa) y considerar la pregunta sobre la escala geográfica en la que se quiere actuar para buscar otras soluciones que permitan abordar e incidir en la problemática de uso (patrones de uso alrededor de los sistemas acuáticos y los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia; ver Gutiérrez 2010, Lasso *et ál.* 2011a, 2011b, Páez *et ál.* 2012).

Aportes conceptuales y metodológicos

Estudio de caso 1. Inclusión de ecosistemas acuáticos como objetos de conservación en áreas protegidas: Amazonia como caso de estudio (Fernando Trujillo, Saulo Usma, Luisa Fernanda Ricaurte y María Claudia Diazgranados).

Estudio de caso 2. Priorización de áreas de conservación y manejo de ecosistemas de agua dulce en la cuenca del río Magdalena-Cauca (Patricia Téllez, Paulo Petry, Thomas Walschburger, Colin Apse y Jonathan Higgings).

Estudio de caso 1

Inclusión de ecosistemas acuáticos como objetos de conservación en áreas protegidas: Amazonia como caso de estudio

Fernando Trujillo[1], Saulo Usma[2], Luisa Fernanda Ricaurte[3, 4], María Claudia Diazgranados[5]

1 Fundación Omacha; 2 WWF Colombia; *3* EAWAG, *Swiss Federal Institute of Aquatic Sciences and Technology, Department of Aquatic Ecology, Duebendorf, Switzerland;* 4 IBZ, *Institute of Integrative Biology, ETH-Zurich, Switzerland*; 5 Conservación Internacional, Programa Marino.

Introducción

A nivel global se reconoce el esfuerzo que muchos gobiernos han realizado para garantizar la conservación de ecosistemas y especies amenazadas, logrando incluir bajo distintas clases de áreas protegidas, cerca del 12% de la superficie de la Tierra (CBD 2008). Colombia no ha sido la excepción a esta tendencia mundial y actualmente cuenta con 56 áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), que representan cerca del 11% del territorio nacional. Sin embargo, los ecosistemas acuáticos están pobremente representados en estas iniciativas. Las razones de esta situación son variadas pero fundamentalmente obedecen a la falta de información y metodologías estandarizadas para su identificación, y a las limitaciones de aplicar modelos para ecosistemas acuáticos(Abell *et ál.* 2007, 2008). En el caso de los ecosistemas marinos, durante la última década se han hecho avances importantes en la designación de áreas protegidas marinas y en la inclusión de aproximaciones de manejo como corredores y paisajes marinos (Bensted-Smith & Kirkman 2010). No obstante, en sistemas de aguas continentales la atención ha sido muy limitada, a pesar de la evidencia contundente de su afectación. La Base Mundial de Áreas Protegidas (WDPA *et ál.* 2004) revela que las 426 ecorregiones de agua dulce nominadas se encuentran en un rango que va desde desprotección total a completamente cubierta, pero con un promedio de tan sólo el 13% protegida. En nuestro país se ha tratado de llegar a estas aproximaciones a través de los planes de ordenamiento de cuencas, liderados por las autoridades regionales, sin embargo éstas aún tienen muchas deficiencias.

Las principales amenazas reconocidas para ecosistemas de agua dulce incluyen fragmentación del hábitat, pérdida de hábitats, alteración de pulsos hídricos, sobrepesca o falta de un adecuado manejo pesquero, contaminación, introducción de especies exóticas y afectación por cambio climático (Revenga *et ál.* 2005). En términos de especies, el impacto sobre peces, tortugas, caimanes, mamíferos acuáticos y aves ha sido importante, pero en la mayoría de los casos pobremente documentado. La excepción tal vez corresponde al grupo de los peces, donde según datos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010), cerca del 90% de las especies de agua dulce están críticamente amenazadas, amenazadas o vulnerables debido a causas relacionadas con actividades antrópicas. En este mismo sentido, se estima que el 70% de la extinción de estas especies es atribuible a la alteración del hábitat, la sobrepesca,

seguido por la contaminación y la eliminación por especies invasoras (Harrison & Stiassny 1999).

Si bien la mayoría de los gobiernos y la sociedad civil reconocen la importancia ecológica de los sistemas de agua dulce y la necesidad de protegerlos, las acciones dirigidas a su manejo y conservación son muy limitadas. El patrón que ha imperado es el de reparación y no el de planificación. En Estados Unidos por ejemplo, se han invertido cerca de US$ 15 billones en restauración de ríos y tributarios entre 1990 y 2003 (Bernhardt *et ál*. 2005). De manera similar, la mayoría de los países europeos actualmente hacen esfuerzos técnicos y financieros enormes por recuperar los ríos más emblemáticos, bajo una Directiva Marco sobre el Agua (*European Parliament* 2000). Paradójicamente, en países de América Latina, África y Asia donde la dependencia por el agua dulce es más crítica, existe la errada percepción de que el recurso es infinito y que no es necesario hacer grandes esfuerzos para su manejo.

En la Amazonia parece existir el mismo problema de percepción, ya que los 7 millones de km^2 irrigados por miles de ríos hacen sentir una seguridad por el recurso, que infortunadamente está cambiando a pasos acelerados en la última década. Sobrepesca en los ríos (FAO 2010, Agudelo *et ál*. 2011), contaminación por mercurio (Martinelli *et ál*. 1988, Villa-Boas 1997, Trujillo et ál. 2008, Trujillo *et ál*. 2010c) y vertimiento de hidrocarburos (Fabra 1998), grandes proyectos hidroeléctricos (Fearnside 2006) y patrones de deforestación masiva están cambiando el paisaje amazónico, el clima y la permanencia de su diversidad biológica y cultural (Malhi *et ál*. 2008). Este artículo presenta una visión de cómo generar aproximaciones desde lo biológico, económico y cultural para incluir los ecosistemas acuáticos como objetos de conservación.

Mariposa *Morpho* sp. Foto: C. Alcázar.

Conservación de ecosistemas acuáticos en la Amazonia

En general para la Amazonia existen pocas áreas protegidas cuyo enfoque principal es la conservación de ecosistemas acuáticos. Sobresalen en este sentido el Complejo de Humedales del Abanico del río Pastaza y la Reserva Nacional Pacaya Samiria en Perú, la Reserva Sustentable de Mamirauá en Brasil y el Parque La Paya en Colombia (Figura 1). La primera es la mayor zona protegida de Suramérica, conservando extensas áreas de bosque inundado (várzea), con un área de 3.827.329 ha. Pacaya Samiria tiene un tamaño de 2.080.000 ha y está limitada por los ríos Marañón y Ucayali. La Reserva Mamirauá se localiza al noroeste de Brasil, en las confluencias de los ríos Solimões (Amazonas) y Japurá (Caquetá). Sus ecosistemas son principalmente bosques de várzea, que sustentan una gran biodiversidad de especies. Cerca de 1.800 personas viven en la reserva y dependen principalmente de la pesca para su subsistencia. El Parque La Paya está situado en el departamento de Putumayo e incluye una extensa área de lagunas y bosques inundados, que constituyen uno de los últimos relictos para el caimán negro (*Melanosuchus niger*) en Colombia. Desde el punto de vista de los humedales, la Convención de Ramsar identifica 86 humedales de importancia internacional para Suramérica, de los cuales sólo cinco están localizados en la Amazonia, y dos en proceso de concertación (Tabla 1).

Tabla 1. Humedales de importancia internacional Ramsar en la Amazonia

País	Humedal	Fecha designación	Número Ramsar	Ríos principales	Área (ha)
Brasil	Ilha do Bananal	4/10/93	624	Tocantins	562.312
Brasil	Reserva Sustentable Mamirauá	4/10/93	623	Amazonas, Japura	1.124.000
Colombia	Estrella Fluvial Inírida	En proceso de concertación		Orinoco, Guaviare, Inírida y Atabapo	283.000
	Lagos de Tarapoto	En proceso de concertación		Amazonas	± 870
Ecuador	Reserva Biológica Limoncocha	10/07/98	956	Napo	4.613
Perú	Reserva Nacional Pacaya-Samiria	30/03/92	546	Marañón, Ucayali, Samiria	2.080.000
Perú	Complejo de Humedales del Abanico del río Pastaza	5/06/02	1174	Marañón	3.827.329

En Colombia existen varios ejemplos de iniciativas para manejar concertadamente complejos de humedales; específicamente los lagos de Tarapoto y Yahuarcaca asociados a la planicie de inundación del río Amazonas, donde las comunidades indígenas dependen de su potencial pesquero para su sustento alimentario (Goulding *et ál.* 1996) e indirectamente de actividades como el ecoturismo (Ochoa 2008). En ambos casos, las comunidades han adelantado procesos de acuerdos de pesca, con acompañamiento técnico de organizaciones como la Fundación Omacha (Trujillo y Trujillo 2008), la Universidad Nacional de Colombia (Duque *et ál.* 2009), Tropenbos Colombia y Conservación Internacional. Estos acuerdos han contribuido a que los pescadores manejen sus recursos, a través del establecimiento de

reglas de uso que van desde la concertación de las tallas de pesca, las especies y los aparejos permitidos, enmarcados en la normativa pesquera colombiana. Estas iniciativas son cada vez más frecuentes en la Amazonia y han generado una valoración económica de estos sistemas de lagos para su aprovechamiento a largo plazo (McGrath 2000, Isaac y Cerdeira 2004).

Las lecciones aprendidas han permitido incorporar otras variables además de las biológicas y ecosistémicas, especialmente relacionadas con las dinámicas económicas de la región. Además de regular la pesca, en estos humedales se están estableciendo protocolos de turismo sostenible enfocados a la certificación del municipio de Puerto Nariño en el departamento del Amazonas, como destino turístico (López *et ál.* 2008), y procesos de restauración y recuperación del bosque inundado, del cual dependen la mayor cantidad de peces y fauna acuática en general. Igualmente ha mostrado ser una forma efectiva de hacer conservación a través del trabajo coordinado con las comunidades locales quienes se benefician y mejoran su calidad de vida y su seguridad alimentaria.

Teniendo en cuenta que una hectárea de bosque inundado produce 20 toneladas de semillas, las cuales en su mayoría son consumidas y dispersadas por los peces (Fernandes 1997), se inició en 2010 en los lagos de Tarapoto, un proceso de siembra de plantas nativas para recuperar el bosque inundado y garantizar la eficiencia de los "pepeaderos". Estas zonas acuáticas son importantes pues producen semillas que garantizan la concentración de peces y se convierten en una "despensa" para los pescadores que conocen esta relación planta-pez (ictiocoria). Garantizar la sostenibilidad de esta iniciativa fue un reto, y la estrategia desarrollada fue la negociación de carbono neutro para compañías automotrices como en el caso de Honda, a través de la organización Acción Verde. Estas compañías han comenzado a invertir en esta zona, no sólo atraídos por la siembra de árboles y la captura de carbono, sino también por la generación de ingresos económicos para personas locales, la restauración de ecosistemas, la seguridad alimentaria y la conservación de ecosistemas saludables para delfines de río.

La conservación de los delfines de río y su potencial para la conservación de hábitats acuáticos críticos

De manera paralela, se ha venido implementando una estrategia integral para la identificación de ecosistemas acuáticos prioritarios para la conservación, a través de la selección de especies y/o elementos claves de conservación. En este sentido, los delfines de río y otras especies de mamíferos acuáticos, como las nutrias y los manatíes, se han convertido en especies claves para direccionar y motivar acciones de conservación. Desde el año 2006, la Fundación Omacha y WWF en asocio con otras organizaciones (WCS, *Whale & Dolphin Conservation Society*-WDCS, *Whitley*, Faunagua, Fundación La Salle) formularon e implementaron la Estrategia suramericana para la conservación de estas especies. Esto condujo a la estimación de la abundancia de delfines de río en la Amazonia y Orinoquia, incluyendo cinco países (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia), más de 4.000 km de ríos muestreados y un centenar de investigadores y guardaparques entrenados en métodos de monitoreo de estas especies (Trujillo *et ál.* 2011). Estas estimaciones a su vez dieron las bases para el diseño del Plan de Acción de Delfines de Río en Suramérica (Trujillo *et ál.* 2010a), y de los planes de acción nacionales para la conservación de ecosistemas acuáticos

prioritarios en Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia los cuales están en proceso de publicación. Alrededor de dichas especies, se realizó un análisis de amenazas que incluye la evaluación de pesquerías, la contaminación por mercurio y la mortalidad dirigida (Bonilla *et ál.* 2008, Trujillo *et ál.* 2010b y 2010c, Beltrán-Gutiérrez *et ál.* 2010).

Las estimaciones de abundancia mostraron que las densidades de delfines son diferentes en cada país y que están asociadas a hábitats específicos, lo que permite diferenciar algunos *"hotspots"* que coinciden en importancia no sólo para delfines, sino también para el recurso pesquero (Gómez *et ál.* 2012). De esto se deriva la posibilidad de emplear estas especies cómo objetos de conservación en ecosistemas acuáticos en la Amazonia, bajo el concepto de especies sombrilla y migratorias (Trujillo *et ál.* 2009, Trujillo y Morales-Betancourt 2009).

Igualmente, se evaluó el valor económico de estas especies en el trapecio Amazónico colombiano, encontrando que el 94% de los turistas que visitan la región, identificaron los delfines como la principal motivación de su viaje. Al relacionar el número de estos animales en la zona, con el número de turistas y el valor promedio de su inversión económica, se encontró que de los US$ 7 millones generados por turismo en el 2007, cada delfín estaba aportando cerca de US$20.000 anuales a la economía regional (Trujillo 2009). Para tener una idea de la importancia de esta cifra, es interesante compararla con los US$7 millones por año que se generan de toda la exportación de peces ornamentales de Colombia.

Áreas protegidas y ecosistemas acuáticos en colombia

De manera general, se observa que muchas áreas protegidas en la Amazonia han sido delimitadas usando como referencia ríos, quebradas y otros cuerpos de agua, pero no es claro si dichos límites naturales están incluidos dentro del área legal de protección. Este vacío o imprecisión técnica representa una desventaja en la gestión de las áreas protegidas y de los ecosistemas acuáticos, en cuanto a que los sistemas fluviales son considerados como vías de transporte con acceso público abierto, y por lo tanto con las mismas desventajas de los bienes comunes: todos tienen acceso pero nadie asume la responsabilidad de su manejo. Esta función está en manos del Estado, que en el mejor de los casos aplica figuras de manejo como los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas (Pomcas), que buscan un manejo integrado de las cuencas incluyendo los bosques. Sin embargo, el seguimiento de estas estrategias es limitado, y no existe una buena socialización y trabajo con las comunidades ribereñas para que ellos se apropien de estas medidas. Igualmente no hay monitoreo de contaminación o degradación de ecosistemas, el cual hace parte de las funciones de seguimiento ambiental de las corporaciones autónomas regionales. Esta tarea es costosa y requiere ejercicios de planificación que sean alimentados por procesos de monitoreo estandarizados. La falta de planificación ha generado que los estudios de impacto ambiental tengan metodologías muy diferentes, que en algunos casos no permiten comparar los resultados, conduciendo a la obtención de datos de baja calidad.

Los parques y otras áreas protegidas de conservación se pueden convertir en herramientas claves para el manejo de los ecosistemas acuáticos, pero deben específicamente incluirse en sus planes de manejo, que hasta la fecha tienen un enfoque terrestre. Los planes de manejo requieren incorporar igualmente las especies amenazadas y/o emblemáticas como objetos de conservación. Esto sin duda permite generar procesos y rutas de

trabajo tanto para funcionarios, como para comunidades locales e investigadores. Existen ejemplos de esto en zonas como las reservas Pacaya Samiria en Perú y Mamirauá en Brasil, donde alrededor de iniciativas sobre el manejo de poblaciones de tortugas del género *Podocnemis*, se han llevado a cabo programas valiosos de monitoreo (Fachín-Terán y von Mülhen 2003). De la misma forma, se han enfocado esfuerzos alrededor del caimán negro (*Melanosuchus niger*), los manatíes (*Trichechus inunguis*) y los delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*).

Colombia tiene oportunidades interesantes alrededor del Parque La Paya, cuya especie emblemática y razón de ser es justamente la conservación del caimán negro. Igualmente los parques Cahuinarí, Puré y Chiribiquete deberían incorporar como objeto de conservación, a la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*). En estos parques y en las demás áreas protegidas de la región amazónica, el componente acuático es altamente representativo y merece un abordaje de tipo ecosistémico, que además de salvaguardar la biodiversidad, garantice la seguridad alimentaria del sector pesquero de muchas comunidades ribereñas que dependen de ellos.

Conclusiones

La conservación de ecosistemas acuáticos debe abordarse con urgencia, incorporando las mejores herramientas de planificación, y apoyándose en estudios de línea base que reconozcan la heterogeneidad y representatividad de estos ambientes. Un análisis de *"hotspots"* de diversidad debe realizarse en los principales cuerpos de agua en la Amazonia y cruzar esta información con las amenazas actuales y potenciales que existen, para poder generar ejercicios de priorización, como el que se adelantó durante los últimos años para la Orinoquia (Lasso *et ál*. 2010). Este ejercicio es coherente con la propuesta de ecorregiones de agua dulce, propuesta por Abellet *et ál*. (2008) en la que se plantea que a cierta escala, estas unidades son útiles para establecer medidas de manejo, reconociendo las limitaciones relacionadas con ciertos taxones como anfibios y reptiles.

Igualmente y a corto plazo, se deberían revisar los planes de manejo del Sinap e involucrar específicamente el componente acuático, identificando objetos de conservación. Especies amenazadas y/o emblemáticas constituyen objetos de conservación valiosos sobre los cuales se pueden articular planes de acción y tener rutas de trabajo, claras y precisas tanto en una escala regional como nacional e internacional. Esto es particularmente importante para especies migratorias.

En la conservación de ecosistemas acuáticos es fundamental incluir variables socio-económicas y culturales para modificar malas prácticas ambientales e implementar alternativas económicas sostenibles como turismo de naturaleza, buenas prácticas pesqueras, pesca recreativa o deportiva, pago por servicios ambientales, restauración con especies nativas y esquemas de mitigación de huella ecológica y captura de carbono, entre otras.

Bibliografía

Abell R., J.D. Allan & B. Lehner. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. Biological Conservation 134:48-63.

Abell R., M. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S. Contreras, W. Bussing, M. Stiassny, P. Skelton, G. Allen, P. Unmack, A. Naseka, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J. Higgins, T. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H. López, R. Reis, J. Lundberg, M. Sabaj Pérez & P. Petry. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. BioScience 58:403-414.

Agudelo E., C.L. Sánchez, C.A. Rodríguez, C.A. Bonilla-Castillo y G.A. Gómez. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Amazonas. Pp. 143-166. En: Lasso C.A., F. de Paula Gutiérrez, M.A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez-Gil y R.E. 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. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 304p.

Beltrán-Gutiérrez M., L. Castellanos-Mora, F. Trujillo y C. Jaramillo. 2010. Contribución de los delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*) en la conservación de los ecosistemas acuáticos. Pp. 49-67. En: Bermúdez-Romero A.L., F. Trujillo, C. Solano, J.C. Alonso y B.L. Ceballos-Ruíz. (Eds.). Retos locales y regionales para la conservación de la fauna acuática del sur de la Amazonia colombiana. Corpoamazonia, Instituto Sinchi, Fundación Omacha, Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 189p.

Bensted-Smith R. & Kirkman H. 2010. Comparison of approaches to management of large marine areas. Publ. Fauna & Flora International, Cambridge, UK and Conservation International. Washington D.C., USA. 144p.

Bernhardt E.S., M.A. Palmer, J.D. Allan, G. Alexander, K. Barnas, S. Brooks, J. Carr, S. Clayton, C. Dahm, J. Follstad-Shah, D. Galat, S. Gloss, P. Goodwin, D. Hart, B. Hassett, R. Jenkinson, S. Katz, G.M. Kondolf, P.S. Lake, R. Lave, J.L. Meyer, T.K. O'Donnell, L. Pagano, B. Powell & E. Sudduth. 2005. Synthesizing U.S. River Restoration Efforts. Science 308:636-637.

Bonilla C.A., E. Agudelo, C. Gomez, J.C. Alonso y F. Trujillo. 2008. Interacciones entre delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*) y pesquerías de grandes bagres en el río Amazonas. Pp. 29-38. En: Trujillo F., J.C. Alonso, M.C. Diazgranados y C. Gómez (Eds.). Fauna acuática amenazada en la Amazonia colombiana: análisis y propuestas para su conservación. Fundación Omacha-Fundación Natura, Sinchi, Corpoamazonia. Bogotá, Colombia.

CBD, Convention on Biological Diversity. 2008. Protected areas in today's world: their values and benefits for the welfare of the planet. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal, Canada.

Duque S., C. Trujillo, A. Huérfano, S. López-Casas y F. Trujillo. 2009. Humedales amazónicos: experiencias de concertación para el manejo sostenible en territorios indígenas. Pp. 577-588. En: Bernal H., C. Sierra y M. Angulo (eds.). Amazonia y agua: desarrollo sostenible en el siglo XXI. Servicio editorial de la Unesco Etxea. Barcelona, España. 603p.

European Parliament C. 2000. Directive 2000/60/EC. Framework for community action in the field of water policy. Belgium.

Fabra A. 1998. Indigenous peoples, environmental degradation and human rights: a case study. Pp. 245-264. In: Boyle A. & M. Anderson (Eds.). Human rights approaches to environmental protection. Claren-don Press. Oxford, UK.

Fachín-Terán A. y E.M. von Mülhen. 2003. Reproducción de la taricaya Podocnemis unifilis (Testudines: Podocnemididae) en la várzea del medio Solimões, Amazonas, Brasil. Ecología Aplicada 2(1):56-67.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2010. The state of world fisheries and aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy. 197p.

Fearnside P.M. 2006. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazils hydroelectric development of the Xingu river basin. Environmental Management 38(1):16-27.

Fernandes C. 1997. Lateral migration of fishes in the Amazon floodplains. Ecology of Freshwater Fish 6:36-44.

Gómez C., F. Trujillo M. Portocarrero-Aya & H. Whitehead. 2012. Population, density estimates, and conservation of river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco river basins. Marine Mammal Science 28 (1):124-153.

Goulding M., N.J.H. Smith & D.J. Mahar. 1996. Floods of fortune: Ecology and economy along the Amazon. Columbia University Press. New York, USA.

Harrison I.J. & M.L.J. Stiassny. 1999. The quiet crisis. A preliminary listing of the freshwater fishes of the world that are extinct or "Missing in Action". Pp. 271-331. In: R.D.E. MacPhee (Ed.). Extinctions in near time. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, USA.

Isaac V. J. & Cerdeira R. 2004. Avaliação e monitoramento de impactos dos acordos de pesca na região do Médio Amazonas. Ibama/PróVárzea. Manaus, Brasil. 63p.

Lasso C., J.S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (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). Bogotá, Colombia. 609p.

López L.F., J. Murillo y F. Ochoa. 2008. Aplicación del enfoque de cadena de valor en turismo sostenible para el municipio de puerto Nariño, Amazonas, como aporte para la certificación de destinos turísticos sostenibles. Pp. 63-84. En: J.I. Ochoa (Ed.). Turismo en la Amazonía: entre el desarrollo convencional y las alternativas ambientales amigables. Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. 232p.

Malhi Y., J.T. Roberts, R.A. Betts, T.J. Killeen, W. Li & C.A. Nobre. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. Science 319:169-172.

Martinelli L., J. Ferreira, B. Forsberg & R. Victoria. 1988. Mercury contamination in the Amazon: a gold rush consequence. Ambio 17(4):252-254.

McGrath D. 2000. Avoiding a tragedy of the commons: Recent developments in the management of Amazonian Fisheries. Pp. 171-197. In: A. Hall (Ed.). Amazonia at the crossroads. London: Institute of Latin American Studies. London, UK.

Ochoa J.I. 2008. Turismo en la Amazonía: entre el desarrollo convencional y las alternativas ambientales amigables. Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. 232p.

Revenga C., I. Campbell, R. Abell, P. de Villiers& M. Bryer. 2005. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 360:397-413.

Trujillo F. 2009. Turismo de observación de fauna silvestre: aspectos relevantes para ser considerados. Pp. 79-85. En: Uribe-Restrepo D. (Ed.). Diagnóstico y bases para consolidar la estrategia de turismo sostenible en la Reserva de Biosfera El Tuparro (RBT), Orinoquia colombiana. Fundación Omacha y Fundación Horizonte Verde. Bogotá, Colombia. 128p.

Trujillo F., C. Gómez-Salazar, M. Portocarrero, E. Aliaga-Rossel, V. Utreras, S. Usma y G. Tavera. 2011. Estimaciones de abundancia de delfines de río: una herramienta para diseñar estrategias de conservación. Pp. 57-70. En: Trujillo F., E. Crespo, P. van Damme & J. Usma. Plan de acción para la conservación de los delfines de río en Sudamérica: resumen ejecutivo y avances 2010-2020. WWF, WCS, WFN, Solamac, Fundación Omacha. Bogotá, Colombia. 104p.

Trujillo F., E. Crespo, P. Van Damme & J.S. Usma (Eds.). 2010a. The action plan for South American river dolphins 2010-2020.WWF, Fundación Omacha, WCS, WDCS, Solamac. Bogotá, Colombia. 240p.

Trujillo F., E. Crespo, P. Van Damme, J.S. Usma, D. Morales-Betancourt, A. Wood & M. Portocarrero. 2010b. Summary of threats for river dolphins in South America: past, present and future. Pp. 145-158. In: Trujillo F., E. Crespo, P. Van Damme & J.S. Usma (Eds.). The action plan for South American river dolphins 2010-2020. WWF, Fundación Omacha, WCS, WDCS, Solamac. Bogotá, Colombia. 240p.

Trujillo F., C. Lasso, M.C. Diazgranados, O. Farina, L.E. Pérez, A. Barbarino, M. González y J.S. Usma. 2010c. Evaluación de la contaminación por mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la Orinoquia. Pp. 339-355. En: Lasso C., J.S. Usma, F. Trujillo y 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. 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). Bogotá, Colombia. 609p.

Trujillo F. y D. Morales-Betancourt. 2009. Mamíferos dulceacuícolas migratorios de Colombia. Pp. 41-49. En: Naranjo L.G. y J.D. Amaya (Eds.). Plan Nacional de las especies migratorias: diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - WWF Colombia. Bogotá, Colombia.

Trujillo F., M.C. Diazgranados, C. Gómez y M. Portocarrero. 2009. Conservación de ecosistemas acuáticos en la Amazonía a través de los delfines de río. Pp. 91-106. En: Bernal H., C. Sierra y M. Angulo (Eds.). Amazonía y agua: desarrollo sostenible en el siglo XXI. Servicio Editorial de la Unesco Etxea. Barcelona, España. 603p.

Trujillo C. y F. Trujillo. 2008. Acuerdos de pesca responsable para el buen uso de los lagos de Tarapoto. Fundación Omacha, WWF, Incoder, Resguardo Ticoya, Global Ocean. Bogotá, Colombia. 40p.

Trujillo F., C. Gómez y J. Alonso. 2008. Evaluación de las concentraciones de mercurio en peces de interés comercial, como indicadores de contaminación en el río Amazonas. Pp. 83-90. En: Trujillo F., J.C. Alonso, M.C. Diazgranados y C. Gómez (Eds.). Fauna acuática amenazada en la Amazonía colombiana: análisis y propuestas para su conservación. Corpoamazonia, Fundación Omacha, Fundación Natura, Instituto Sinchi. Bogotá, Colombia.

Villa-Boas R. 1997. The mercury problem in the Amazon due to gold extraction. Journal of Geochemical Exploration 58:217-222.

WDPA, IUCN-WCPA & UNEP-WCMC. 2004. World Database on Protected Areas. Washington D.C., USA.

Estudio de caso 2

Priorización de áreas de conservación y manejo de ecosistemas de agua dulce en la cuenca del río Magdalena - Cauca[1]

Patricia Téllez[2], Paulo Petry[2], Thomas Walschburger[2], Colin Apse[2] y Jonathan Higgins[2]

2 *The Nature Conservancy*

Introducción

La gran cuenca del Magdalena-Cauca tiene una superficie total de 273.459 km^2, equivalente a 24% del territorio colombiano, sobre la cual vive actualmente el 77% de la población colombiana (32,5 millones de habitantes). El río Magdalena es el principal sistema fluvial de esta gran cuenca y su importancia en el contexto económico y social ha ido cambiando desde la conquista hasta el presente. Aunque durante la segunda mitad del siglo pasado perdió importancia como vía articuladora, actualmente está recobrando importancia como eje de conectividad fluvial. Durante los últimos años, el creciente deterioro ambiental de la cuenca ha puesto en alerta a autoridades ambientales e instituciones conservacionistas que han buscado definir estrategias para lograr salvaguardar los elementos únicos de su extraordinaria biodiversidad y mitigar impactos de numerosas amenazas que pueden afectar la sostenibilidad ambiental y socioeconómica de la cuenca, a largo plazo.

Bajo este contexto se firmó un convenio marco de cooperación entre la Corporación Autónoma Regional del Río de la Magdalena (Cormagdalena) y *The Nature Conservancy*, en el cual se priorizó como línea de trabajo, el diseño de un portafolio de conservación de sistemas ecológicos de agua dulce, cuyos resultados buscan contribuir a la toma de decisiones sobre el manejo del río Magdalena. Los criterios para la selección de áreas y la metodología aplicadas así como los resultados preliminares de este estudio se presentan a continuación.

El diseño de un conjunto de áreas prioritarias de conservación y manejo dentro de un sistema de drenaje de agua dulce (y que conformaron el portafolio) se construyó considerando las siguientes directrices o criterios:

- **Representatividad:** las áreas seleccionadas deben ser representativas de los sistemas ecológicos y del conjunto de especies de la biodiversidad acuática presentes en la cuenca evaluada.

1 Resumen de la publicación: Téllez P., P. Petry, T. Walschburger, C. Apse y J. Higgings. 2011. Portafolio de sistemas de agua dulce para la cuenca del Magdalena-Cauca. The Nature Conservancy y Corporación Autónoma Regional del Río de la Magdalena (Cormagdalena). Bogotá, Colombia. 203p.

- **Conectividad:** se deben seleccionar cuencas y ríos que estén longitudinalmente conectados.
- **Condición ecológica:** dentro de los límites de conocimiento e información disponible, las cuencas y los ríos seleccionados deben contener elementos de biodiversidad que tengan la mayor viabilidad o integridad ecológica.
- **Eficiencia:** bajo conservación efectiva, el conjunto de áreas deberán permitir la persistencia, en el largo plazo, de la biodiversidad allí presente.

Determinación de los sistemas ecológicos de agua dulce

El conjunto de subcuencas analizado incluyó 466 cabeceras (clase 1), 33 tributarios (clase 2), cinco grandes tributarios (clase 3), y un cauce principal (clase 4) (Figura 1). Agrupando estadísticamente estas unidades de análisis por tipo de geomorfología, geología, rango altitudinal, clima, densidad hidrográfica, entre otros, se obtuvieron 83 tipos diferentes de sistemas ecológicos de cabeceras, 17 tipos de tributarios, cuatro tipos de tributarios mayores y por último, un sistema ecológico (Clase 4) que corresponde al cauce principal o curso bajo del río Magdalena.

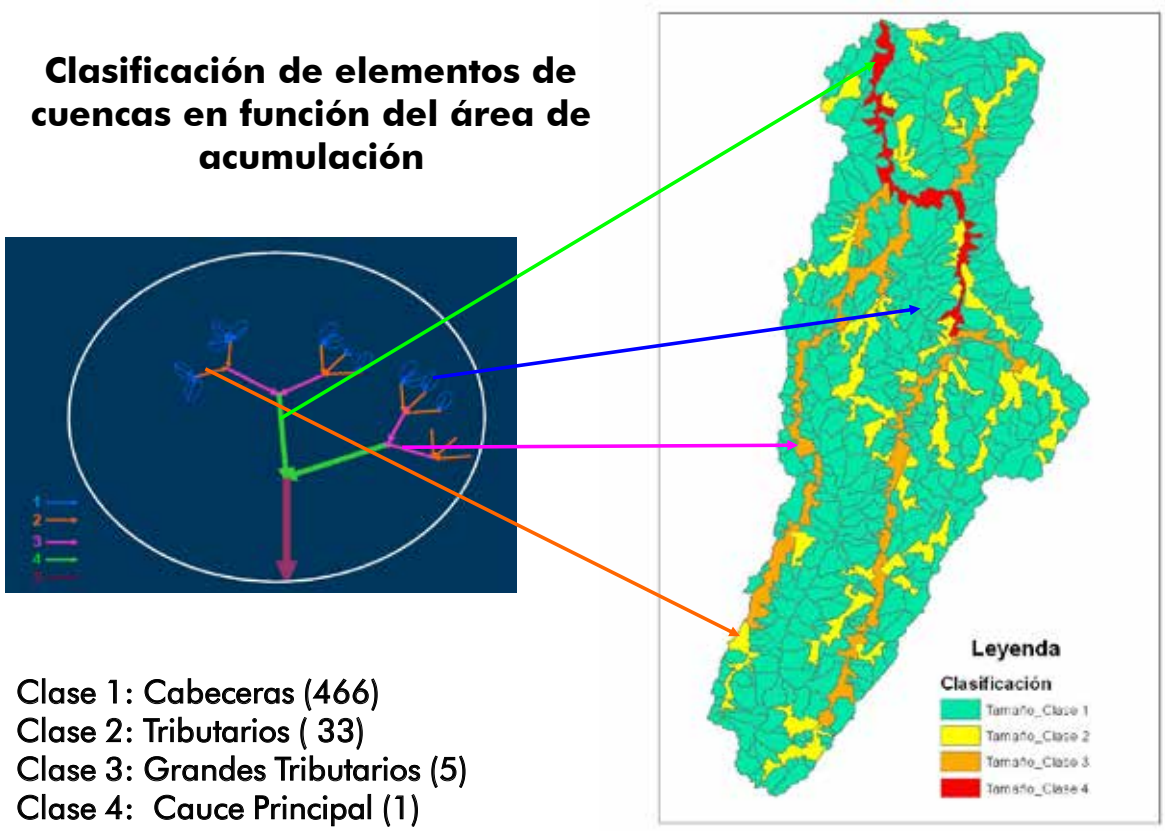


Figura 1. Clasificación de las unidades de cuencas en función de su tamaño y clase.

Criterios de selección de ecosistemas prioritarios

Una vez agrupadas las unidades de análisis en los sistemas ecológicos dentro de las cuatro clases señaladas, se seleccionó al menos una unidad, si eran menos de cinco, o el 20% de las unidades, si eran más de cinco. Para esto se utilizaron los siguientes criterios de selección:

1. Mayor presencia de ciénagas y/o humedales
2. Mayor proporción de cobertura vegetal natural
3. Menor presencia de agricultura de alta o baja intensidad en el área de inundación (área activa del río) y en la unidad de análisis.
4. Menor densidad de vías
5. Menor presencia de zonas urbanas
6. Menor densidad de población
7. Menor presencia de represas actuales o futuras (a excepción de sistemas únicos o que no tengan otras alternativas viables).

Portafolio preliminar de conservación y manejo de ecosistemas de agua dulce

De acuerdo con la metodología y los criterios mencionados se obtuvo una versión preliminar del portafolio, la cual fue revisada y ajustada con expertos del orden nacional y regional, a través de un taller de consulta. A partir de este primer ejercicio de priorización, se definió un portafolio final consensuado que muestra unidades en estado crítico y otras aún con buenas oportunidades de conservación. Este portafolio incluye 197 sistemas seleccionados de clase 1, 26 de clase 2 y cinco de clase 3 (Figura 2).

Igualmente y como resultado del taller con expertos, el portafolio incluye una base de datos de biodiversidad acuática que identifica sitios en donde ya existen iniciativas de conservación en proceso o proyectadas, y en donde ocurren y pueden suceder nuevas amenazas (como construcción de hidroeléctricas, deforestación, contaminación del agua, agricultura de alta intensidad y ganadería extensiva).

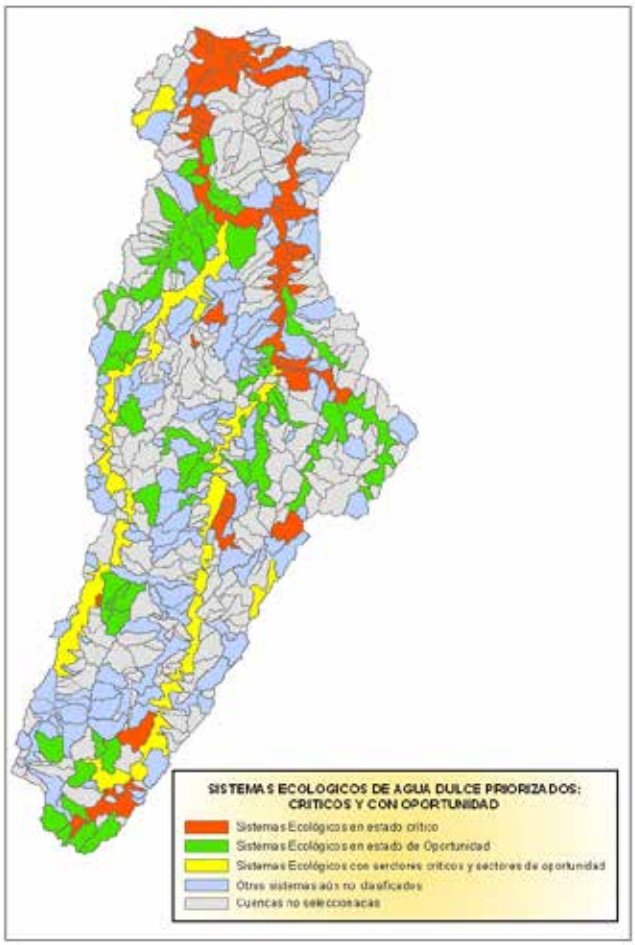


Figura 2. Portafolio final separado por sistemas ecológicos de aguadulce en estado crítico o de oportunidad para la conservación dentro de la cuenca del río Magdalena-Cauca.

Estrategias para la conservación y restauración de áreas prioritarias

Durante la construcción del portafolio se identificaron conjuntamente, con los participantes del taller, algunas estrategias que pueden ser aplicadas para responder a las amenazas y los problemas específicos de los sistemas ecológicos priorizados. Es importante destacar que las estrategias son una guía preliminar y que deben ser trabajadas con más detalle con las corporaciones autónomas regionales, con Cormagdalena específicamente y con otras autoridades de orden nacional, regional o local. La Figura 3 muestra los sitios o sistemas ecológicos en donde se deben priorizar acciones de restauración y protección, o ambas. Estas estrategias incluyen:

1. Iniciar acciones inmediatas para la protección y restauración de las planicies inundables-área activa del río.
2. Recuperar y proteger la conectividad hidrológica, recuperando las conectividades de bosque ripario.
3. Fortalecer la creación y constitución de los corredores biológicos.
4. Restaurar áreas críticas en la cuenca del río Magdalena mediante la implementación de sistemas de ganadería sostenible y revegetalización con especies nativas, de acuerdo a lo recomendado por ejercicios de priorización previos y con especies adecuadas.
5. Proteger todos los remanentes de bosque nativo en la cuenca.
6. Iniciar un estudio de identificación de humedales, caracterización en biodiversidad y manejo para evitar desecación y contaminación.
7. Apoyar la implementación de los planes de manejo y saneamiento de vertimientos, buscando mejorar el manejo de las aguas residuales de los poblados asentados en la cuenca, a través de los Planes de Plantas de Tratamiento de Agua Potable y Residuales (PTAR).
8. Iniciar el control de especies invasoras, la recuperación de hábitats y la protección de cursos de agua pequeños con endemismos.
9. Proteger el sistema de ciénagas tanto como mecanismo para evitar inundaciones, como fuente de recursos alimentarios (peces).
10. Incentivar mecanismos o prácticas de minería más amigables con el ambiente y de menor impacto ambiental.

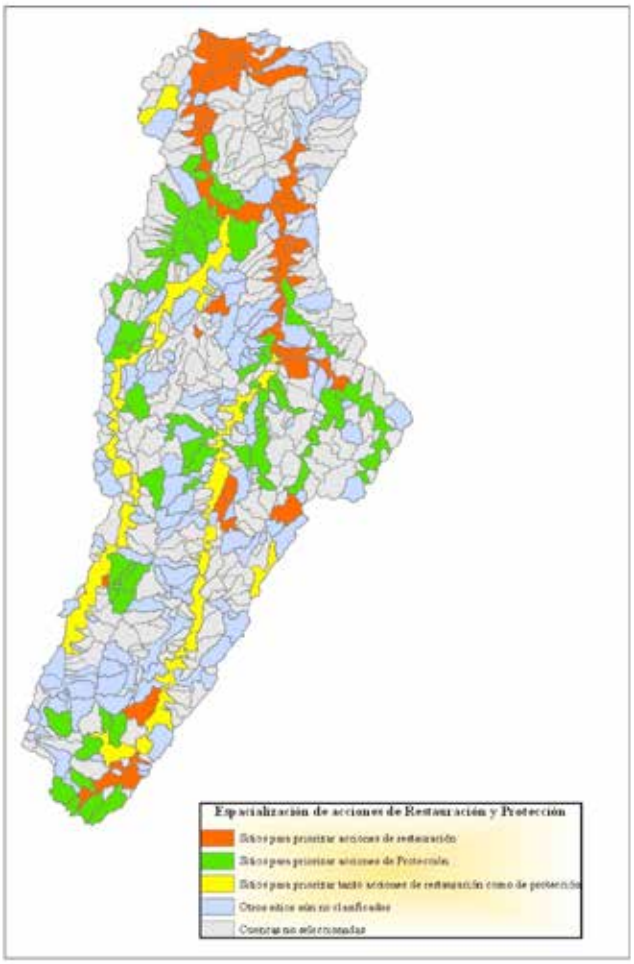


Figura 3. Sistemas ecológicos de aguadulce en donde se deben priorizar acciones de restauración y protección dentro del portafolio final de la cuenca del río Magdalena–Cauca.

C. Conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap

La conectividad es una de las dimensiones más importantes de la concepción sistémica de la realidad. Se refiere a un proceso continuo de transmisión de energía e información que favorece la plasticidad del sistema y su evolución, lo que le permite responder a los tensionantes endógenos y exógenos. Desde la perspectiva de la ecología del paisaje, la conectividad hace referencia "*al grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento de organismos entre parches*" (Taylor *et ál.* 1993 citado en Taylor *et ál.* 2006) y combina la descripción de la estructura física del paisaje con la respuesta de los organismos a esa estructura (Taylor *et ál.* 2006). En consecuencia, la conectividad involucra dos grandes enfoques complementarios (ver Gutiérrez-Chacón *et ál.* en esta publicación):

- **Enfoque estructural.** Se refiere a la integridad y estructura física del paisaje: relaciones entre los tipos, las cantidades y los arreglos espaciales de ecosistemas, hábitats y usos del suelo. Este enfoque se implementa en el nivel de paisaje.
- **Enfoque funcional.** Se refiere a la respuesta o interacción de los organismos con la estructura física y patrón del paisaje: movimiento y flujo de organismos (especies), dinámica poblacional, estructura de las comunidades, y procesos ecológicos (reproducción, polinización y alimentación, entre otros). Se centra en el nivel de especies, considerando variables y escalas de trabajo muy detalladas.

En el contexto del Sinap, la conectividad alude a la viabilidad de las áreas protegidas y los subsistemas que integran mediante su conexión en el paisaje con otras áreas y sistemas que favorecen la integridad y funcionalidad de sus ecosistemas objeto de conservación. Por esta razón, la conectividad es un tema que cobra relevancia en el nivel o escala regional del sistema ya que supone una gestión de la conservación de las áreas protegidas con sus áreas de amortiguación y complementos, como conjuntos de áreas protegidas y estrategias de conservación de diversos tipos, conectadas en una matriz de paisaje compleja, dinámica y en cambio permanente. Promovida de manera integral (enfoques estructural y funcional), y buscando relacionar las personas y las instituciones con los procesos en los diferentes ámbitos de la naturaleza (dimensiones social y cultural), la conectividad es el instrumento y la estrategia a través de la cual se hacen explícitas las **redes ecológicas** (SBSSTTA 2003), **las redes sociales de espacios protegidos** (Andrade 2005) y los **sistemas socioecológicos acoplados** (MADS 2012).

La conectividad de las áreas y los sistemas que integran el Sinap sólo es posible involucrando otros elementos y estrategias de conservación en el marco de la propiedad colectiva y privada del territorio. Estos elementos y estas estrategias constituyen oportunidades para garantizar el flujo de especies y el mantenimiento de procesos ecológicos que las áreas bajo las categorías de protección y manejo a perpetuidad no están en capacidad de lograr por sí solas. Abordar el tema de conectividad exige atender las particularidades y la realidad del territorio en el que se encuentran inmersas las áreas del sistema y, en consecuencia, asumir que el Sinap y el Sina son complementarios. Aunque el límite entre estos dos sistemas responde a fines organizativos para la gestión del territorio, no puede

limitar las discusiones y los acuerdos necesarios para la consolidación del Sinap. Se trata más bien de potenciar los flujos, las relaciones y sinergias "deseadas". En este contexto vale la pena destacar que las áreas intervenidas pueden ser fundamentales en la conexión, sin perder de vista los riesgos de integrar y conectar áreas con mayor o menor grado de naturalidad en el paisaje. Esos riesgos se refieren a la probabilidad de favorecer la dispersión de especies invasoras, la propagación de incendios, la propagación de enfermedades transmitidas por insectos y vectores animales, entre otros.

Elementos de discusión

1. Objetivos de la conectividad en el marco del Sinap

Como estrategia y herramienta de gestión para consolidar el Sinap, a través de la conectividad se persiguen los siguientes objetivos:

- Garantizar la supervivencia de poblaciones viables de especies.
- Optimizar el mantenimiento de servicios ecosistémicos.
- Preparar y regular el territorio frente a los impactos de cambio climático y sus efectos sinérgicos con otros determinantes de cambio ambiental.
- Contribuir a realizar una gestión integrada del territorio.

Garantizar la supervivencia de poblaciones viables de especies. Las preguntas fundamentales que subyacen a una estrategia de conectividad son: *¿Por qué se deben conectar los ecosistemas?, ¿Qué especies alberga cada uno? y ¿Cuáles son las especies cuyos organismos se desea que "crucen" los parches o fragmentos en la matriz de paisaje?* Para lograr responder las dos últimas es necesario revisar las áreas de conservación propuestas desde el nivel de ecosistemas con base en atributos de especies. Para esto se recomienda hacer énfasis en especies amenazadas, endémicas y migratorias, entre otras (sustitutos o *surrogates* en inglés) e involucrar la mayor diversidad posible de grupos taxonómicos (por ejemplo plantas, mariposas, peces, anfibios y reptiles). Una vez se tiene bien representada la diversidad taxonómica de la matriz de paisaje de las áreas por conectar es pertinente proceder a seleccionar nuevos objetivos (especies) enfocados en grupos funcionales de especies, considerando, por ejemplo, cuáles son polinizadoras, cuáles dispersoras primarias y secundarias. Vale la pena resaltar que, para contribuir al mantenimiento de los procesos ecológicos, que son los que garantizan la viabilidad de las especies en el tiempo, es indispensable centrar los esfuerzos de conservación en los grupos funcionales de especies y trascender las discusiones y el énfasis que se venía dando a especies carismáticas y especies sombrilla, entre otras.

Optimizar el mantenimiento de servicios ecosistémicos. La conectividad es una estrategia que permite el flujo de los servicios ecosistémicos en el paisaje y disminuye su vulnerabilidad garantizando que los procesos ocurran en diferentes escalas espacio-temporales. Aunque esto es particularmente evidente para servicios muy locales, como la polinización y el control de plagas, no se conocen los requerimientos de conectividad de las especies que sustentan estos y otros servicios ecosistémicos (área y calidad de hábitat, grado de permeabilidad de la matriz, entre otros).

Preparar y regular el territorio frente a los impactos de cambio climático y sus efectos sinérgicos con otros determinantes de cambio ambiental. Este objetivo y el anterior están estrechamente relacionados. En el marco del Sinap, la implementación de estrategias de conectividad implica involucrar los criterios de integridad y funcionalidad ecológica en el diseño y la consolidación de los sistemas de áreas protegidas y de las áreas protegidas que los integran. A la vez, esto implica involucrar el mantenimiento de los procesos ecológicos en sus objetivos de conservación, los cuales dependen de la interacción entre elementos en diferentes escalas. Todo esto, en conjunto, contribuye a mantener los umbrales de los ecosistemas implicados (procesos y regímenes de perturbación) que les permiten responder y adaptarse en situaciones de cambio y hacen más resilientes las áreas protegidas, los sistemas que integran y el territorio en que se encuentran inmersas.

Contribuir a realizar una gestión integrada del territorio. Las áreas protegidas hacen parte de territorios con actores e instituciones con diferentes intereses. Por esta razón es necesario enmarcar los objetivos de conectividad del Sinap en procesos de ordenamiento territorial que consideren y articulen las dimensiones socioculturales y ambientales y que, de este modo, apunten a contribuir al modelamiento funcional y a la gestión integrada del territorio en los niveles regional y nacional. Además hay una dimensión política igualmente relevante que amerita que las estrategias de conectividad del Sinap contribuyan a negociar dónde sí y dónde no se pueden realizar proyectos de desarrollo. Generalmente las estrategias de conectividad se centran en la viabilidad ecológica de los diferentes tipos de corredores (ver Gutiérrez-Chacón *et ál*. en esta publicación) como fuentes y sumideros, así como en la distancia y el ancho de los corredores, entre otros aspectos. Pero la viabilidad social y económica de los mismos es la que determina, en gran medida, su éxito o fracaso.

2. Aspectos relevantes en la definición y el diseño de estrategias de conectividad

Las particularidades ambientales y socioculturales del país determinan la aproximación y estrategia de conectividad que es viable desarrollar en cada región. Por ejemplo, en la región del Caribe los niveles de intervención y transformación del paisaje son tan drásticos que exigen una gestión enfocada principalmente en los ecosistemas emergentes. Por el contrario, la integridad ecológica del paisaje amazónico permite enfocarse en mantener conectividades que han existido durante miles de años.

Aunque en el tema de conectividad hay elementos teóricos comunes y centrales, no hay un protocolo ni un marco de referencia básico que pueda aplicarse en todos los escenarios. Estas particularidades, sumadas a la propiedad dinámica del territorio, imponen cierta flexibilidad conceptual para entender la situación de una región y decidir cómo construir allí, paulatinamente, su gestión de conectividad. Se requiere entender el concepto de conectividad a la luz de la incertidumbre y con la suficiente capacidad de adaptación al cambio global ambiental por parte de los sistemas. Esto es, considerando desde los sistemas naturales y los sistemas productivos, con elementos de importancia para la conectividad, hasta los sistemas emergentes, entendidos como sistemas "nuevos", en términos de las condiciones y los elementos naturales que los precedieron.

La **escala de análisis y distancia** que debe considerarse entre las áreas protegidas y las prioritarias para la conservación son variables

espaciales fundamentales en el diseño de las estrategias de conectividad. La escala determina sus alcances y de ésta depende la metodología de aproximación para hacer la priorización de sitios y el diseño de las conectividades y garantizarlas en el futuro. En el caso específico de diseño de corredores, es posible focalizar sectores y áreas prioritarias a trabajar en escalas gruesas; pero su diseño e implementación requieren escalas muy detalladas y locales que favorezcan los análisis de fragmentación y la respectiva evaluación de las métricas de paisaje. En cuanto a la distancia, es relevante trascender el tema de distancia lineal y empezar a incorporar el de distancia funcional, que es el que se acerca a la realidad de los paisajes y ecosistemas.

A lo anterior se suma la **variable temporal**. Las estrategias de conectividad se diseñan y se construyen considerando los elementos espaciales y la condición en el tiempo de los procesos de fragmentación y de las dinámicas de cambio del territorio. Las tres **posibilidades o enfoques de conectividad** que de esto se derivan, con sus respectivos propósitos, implican criterios, variables, medidas y herramientas propias para su implementación:

- Mantener la conectividad entre sitios porque presentan o evidencian las mayores y mejores condiciones de integridad ecológica (buen grado de naturalidad, buena estructura, composición de los ecosistemas y funcionalidad ecosistémica). Se enfoca en las zonas que ya están garantizando unas conectividades biológicas y ecológicas.
- Recuperar la conectividad entre sitios para restablecer lo que existía y mejorar las condiciones actuales de integridad.
- Crear la conectividad entre sitios, también para mejorar las condiciones actuales de integridad, pero estableciendo nuevas conexiones. Se implementa con fines de optimizar la capacidad del sistema o de alguna de sus funciones, o de manejar y gestionar ecosistemas emergentes.

Ermitaño. *Phaethornis syrmathophorus*. Foto: F. Nieto.

Los dos últimos enfoques responden a una conectividad deseada y requieren la intervención mediante el diseño territorial o diseño y manejo de un paisaje (restauración, implementación de herramientas de manejo del paisaje, ordenamiento predial, diseño de corredores continuos o discontinuos, trampolines y otras estrategias). Igualmente pueden involucrar riesgos, en cuanto a potenciar flujos que antes no existían o que, bajo nuevas circunstancias, encierran cierto nivel de incertidumbre. Es claro que las estrategias de conectividad pueden involucrar una combinación de los tres enfoques.

Requerimientos de investigación y monitoreo

Aun cuando es necesario continuar profundizando en el conocimiento básico de especies y ecosistemas, los siguientes vacíos de información son los más relevantes de atender para construir línea base en el tema de conectividad.

Desde el enfoque estructural:

- Análisis multitemporales: *¿Cómo ha cambiado la situación de conectividad en todo el territorio nacional en el tiempo?*
- *¿Cuáles son los sitios (espacio), incluyendo áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas, que están mostrando una dinámica mayor y más acelerada de pérdida y fragmentación de coberturas naturales?*
- *¿Cuáles son las dinámicas de transformación asociadas?*

Desde el enfoque funcional:

- Identificar grupos funcionales de especies (diversidad funcional) en los cuales debe enfocarse la investigación y el monitoreo desde una perspectiva ecológica básica y poblacional: tamaño mínimo del fragmento, tamaños poblacionales, genética de poblaciones, movimientos y flujos poblacionales, entre otros.
- Definir criterios y áreas mínimas viables para mantener procesos, funciones y flujo de servicios ecosistémicos.
- Desarrollar y trabajar sobre la distancia funcional a considerar entre áreas protegidas y áreas prioritarias para la conservación en las estrategias de conectividad.

Desde una aproximación regional, y desde los componentes estructurales (en el nivel de paisaje e involucrando cambios en el uso del suelo) y funcionales (procesos, funciones y servicios ecosistémicos), así como desde una perspectiva sociocultural (ordenamiento del territorio), es necesario:

- Evaluar los efectos del aislamiento de las áreas protegidas y de los sistemas de áreas protegidas que integran el Sinap.
- Identificar cuáles son los riesgos de pérdida de conectividad que pueden convertirse en amenazas

en lugares estratégicos en los niveles regional y nacional.

- Evaluar el aporte de los ecosistemas transformados o de la matriz intervenida (sistemas o arreglos productivos y agroecosistemas) en la conectividad de áreas protegidas y los sistemas que integran.
- Definir prioridades de conectividad y su viabilidad: dónde conviene mantener, recuperar o crear conectividad (relación costo-beneficio).
- Realizar una jerarquización con todas las áreas que integran el Sinap, de acuerdo con su nivel de amenaza por aislamiento, nivel de fragmentación de la matriz circundante y prioridad de conservación, para identificar las más amenazadas (lugares estratégicos a escala regional y nacional).
- Complementando todo lo anterior, y pensando en las prioridades del Sinap y su construcción de línea base, se requiere iniciar una revisión amplia de los objetivos de conservación de las áreas protegidas tanto en términos de especies y ecosistemas como de procesos, funciones y servicios ecosistémicos y de objetivos de tipo cultural, que son estructurantes en el manejo de la biodiversidad. Esto tiene como propósito generar un primer listado relacional entre lo que las áreas protegidas y los sistemas de áreas protegidas que integran el Sinap actualmente están identificando como objetivos de conservación y lo que realmente están conservando.

Aporte conceptual y metodológico

Estudio de caso 3. Iniciativas de conectividad en Colombia (Catalina Gutiérrez-Chacón, Padu Franco y Clara Solano).

Estudio de caso 3

Iniciativas de conectividad en Colombia

Catalina Gutiérrez-Chacón[1], Padu Franco[1] y Clara Solano[2]

1 WCS, Programa Colombia, cgutierrez@wcs.org, pfranco@wcs.org; 2 Fundación Natura-Colombia, csolano@natura.org.co.

Introducción

La destrucción y fragmentación de hábitats naturales son consideradas las principales causas de pérdida de la biodiversidad (Huxell & Hastings 1999). Por tanto, el mantenimiento y la restauración de la conectividad de los hábitats, a fin de facilitar el movimiento de los organismos y mantener los procesos ecológicos, se han convertido en unas de las principales estrategias en las agendas de conservación. Estas estrategias van de la mano con la creación o ampliación de las áreas protegidas, el mejoramiento de la calidad de los hábitats existentes y la reducción de los impactos por prácticas productivas en la matriz que rodea las áreas de conservación (Bennett 2003).

A pesar de los beneficios potenciales de la conectividad, los esfuerzos para mantenerla o restaurarla no han quedado exentos de discusiones y críticas, desencadenadas especialmente por la falta de claridad en los conceptos y objetivos de las diversas iniciativas, así como de la pobre evaluación de su efectividad. Esto es particularmente cierto en el caso de los denominados corredores, los cuales dominan el lenguaje usado para referirse a las estrategias y herramientas propuestas para facilitar el movimiento de organismos. Adicionalmente, la mayoría de estudios sobre fragmentación y conectividad han sido desarrollados en bosques altamente transformados de zonas templadas, por lo que grandes vacíos información existen para ecosistemas de zonas tropicales. Se desconocen los requerimientos ecológicos de muchas especies tropicales, particularmente en relación con los patrones de movimiento y dispersión, importantes para el diseño de las estrategias que buscan promover la conectividad. Más limitado aún es el conocimiento sobre los procesos ecológicos que soportan la extraordinaria biodiversidad de la región, por lo que difícilmente se encuentran iniciativas sobre conectividad que incorporen aproximaciones explícitas para su mantenimiento o restauración.

No obstante la controversia que suscita el tema de conectividad y la limitada información ecológica necesaria para diseñar las estrategias que buscan su restauración, es posible dar cuenta de más de 50 iniciativas a escala nacional y alrededor de 20 transnacionales, en Suramérica y Centroamérica. Pero *¿Qué se ha realizado en el tema de conectividad en Colombia y cómo se ha abordado?*

El presente documento recoge algunas consideraciones conceptuales sobre el tema de conectividad y presenta una recopilación de las iniciativas desarrollados en Colombia entre 1989 y 2011, así como una caracterización de las mismas. Cabe anotar que este trabajo no incluye la totalidad de

iniciativas del país y la lista presentada responde principalmente a la disponibilidad de información. Las iniciativas aquí relacionadas no representan necesariamente ejemplos exitosos, constituyen más bien una gama de situaciones en las que se ilustra algunas estrategias ya implementadas, otras en proceso de implementación y otras que no han superado la fase de diseño.

Marco conceptual

1. Definiendo conectividad

Conectividad es un concepto para el cual no existe una definición formalmente aceptada en la biología de la conservación, debido básicamente a las diversas perspectivas y disciplinas desde las cuales se trabaja en su desarrollo y utilización. En ecología del paisaje, por ejemplo, la conectividad es vista como una propiedad del paisaje como un todo y ha sido descrita como *"el grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento de organismos entre parches"* (Taylor *et ál*. 1993, Tischendorf & Fahrig 2000, Hilty *et ál*. 2006) o *"la facilidad con que los individuos pueden moverse dentro de un paisaje"* (Kindlmann & Burel 2008), mientras que en ecología de metapoblaciones, la conectividad es entendida como una propiedad de un parche de hábitat y es medida según la tasa de migración (desde y hacia el parche) (Moilanen & Hanski 2001). Aunque no exista un consenso, se reconoce que la conectividad abarca dos componentes: la **conectividad estructural**, la cual se refiere al arreglo espacial de los diferentes elementos en el paisaje (p.e. hábitats), sin una relación directa con el comportamiento de los organismos, y la **conectividad funcional**, la cual hace referencia a la respuesta de individuos, especies, o procesos ecológicos, a la estructura física del paisaje (Bennett 1998, Tischendorf & Fahrig 2000, Kindlmann & Burel 2008).

2. Beneficios de la conectividad

Al aumentar la conectividad entre fragmentos de hábitat, se puede disminuir la vulnerabilidad a la extinción de las poblaciones reducidas y aisladas que en ellos se encuentran (Crooks 2006, Hilty *et ál*. 2006). Mantener o restaurar la conectividad a menudo implica conservar, mejorar o incrementar la calidad del hábitat natural. Por tanto, un beneficio obvio para los organismos es el incremento del hábitat disponible, y más hábitat generalmente implica más individuos. Así mismo, una mayor conectividad facilita la dispersión de individuos y por tanto el intercambio genético entre núcleos poblacionales, reduciendo la endogamia y aumentando los niveles de variabilidad genética, lo que a su vez aumenta la resiliencia de la especie a cambios ambientales. Al conectar poblaciones o sub-poblaciones de una especie en particular, no sólo se incrementan las oportunidades de supervivencia para dicha especie, también se generarán beneficios para importantes interacciones ecológicas que dependen de más de una especie como son la depredación, dispersión y polinización.

Adicional a la conservación de la biodiversidad en sí, las estrategias para generar conectividad pueden mejorar la provisión de servicios ambientales que de ella se derivan. Los bosques de cañada, por ejemplo, ayudan en la conservación de la cantidad y calidad del agua mediante regulación de sedimentos, fertilizantes, pesticidas y otros residuos tóxicos que drenan a las fuentes de agua; los cinturones verdes pueden limitar la polución en grandes vías; las cercas vivas en agroecosistemas pueden evitar la erosión de los suelos, proveer madera para las fincas y pueden servir de reservorios para polinizadores y enemigos naturales de las plagas de cultivos.

Cultivo de café intercalado con plátano. Foto: F. Nieto.

3. Estrategias para generar conectividad

Las estrategias que buscan incrementar la conectividad parten del interrogante acerca del arreglo espacial del paisaje más adecuado para garantizar la movilidad de individuos y especies, y mantener los procesos ecológicos (Bennett 1998). La conectividad de un paisaje dependerá de la especie, la comunidad o el proceso ecológico de interés y de ello dependerán las estrategias a implementar para asegurar su desplazamiento, subsistencia y continuidad en un paisaje dado.

Dos aproximaciones para mejorar la conectividad que frecuentemente son mencionadas en la literatura son las referidas por Bennett (1998, 2003), según las cuales la conectividad se puede lograr: (a) **manejando el mosaico entero del paisaje**, donde los límites entre vegetación intacta y los estados modificados no contrastan drásticamente y por tanto, se genera un gradiente de hábitats; o (b) **manejando hábitats concretos**, conveniente para especies con estrechos rangos de tolerancia a diversos usos del suelo, los cuales pueden tener la forma de **corredores** que proveen una conexión estructural continua o de **puntos de paso** (*stepping stones*). Sin embargo, aunque en esta categorización los corredores hacen referencia a su concepción más primitiva –franjas lineales de hábitat conectando fragmentos de hábitat– el concepto de corredor ha variado en el tiempo, tanto es así que se pueden encontrar más de 10 definiciones pueden encontrarse en la literatura. En resumen, el concepto de corredor ha evolucionado a partir del enfoque lineal hacia uno más integral, y de lo biológico a lo sociopolítico (Bennett 2003).

Recogiendo la evolución del concepto de corredores, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN (Cracco y Guerrero 2004, UICN 2005) ha generado la que podría considerarse la más reciente clasificación de los corredores, según los objetivos y el grado de complejidad. Como resultado, se presentan cuatro categorías anidadas, donde cada corredor incluye los objetivos del anterior y le añade, a su vez, nuevos alcances:

Corredor biológico. Corresponde a la visión clásica de corredor, definido como un terreno lineal ubicado entre dos fragmentos de hábitat y/o áreas protegidas que promueve el intercambio reproductivo (flujo de genes) entre poblaciones aisladas.

Corredor ecológico. Agrega consideraciones asociadas a la ecología del paisaje y a la restauración de funciones ecológicas en los espacios de conexión. Pueden entonces combinarse corredores continuos y discontinuos.

Corredor de conservación. Se constituye en un espacio de territorio seleccionado biológica y estratégicamente como una entidad para la planificación e implementación de acciones de conservación a gran escala, donde la conservación puede reconciliarse con las demandas de uso del suelo para el desarrollo económico.

Corredor de desarrollo sostenible. Es aquel que integra agendas ambientales, sociales y económicas, además de promover integración, cooperación y alianzas políticas. En este caso, el desafío adquiere mayor complejidad pues se trataría de articular en armonía, por ejemplo, la conectividad de ecosistemas que prestan servicios estratégicos (la infraestructura natural) con la conectividad a través de vías y medios de comunicación (la infraestructura construida).

Aunque esta clasificación constituye el mejor intento por sentar las bases para un lenguaje común en el tema de corredores, la distinción entre uno y otro podría no ser totalmente clara (Cracco y Guerrero 2004). Los corredores biológicos y ecológicos corresponderían a lo que Bennett (1999, 2004) denomina "Manejo de hábitats específicos" mientras que los corredores de conservación y de desarrollo sostenible serían las estrategias de "Manejo del mosaico del paisaje". Así, la visión ampliada de los corredores (conservación y desarrollo sostenible) abarcaría las estrategias para generar conectividad a escalas menores como corredores biológicos, cercas vivas, bosques de cañada y en general, las denominadas herramientas de manejo del paisaje (HMP)(Lozano-Zambrano 2009).

La falta de claridad y consistencia en los términos utilizados para hablar de corredores conlleva a la confusión en cuanto a la formulación de los objetivos, la forma de diseñarlos, manejarlos y evaluarlos (Hess & Fischer 2001). A este punto se le suman las críticas en cuanto a su verdadera efectividad a la hora de promover o evitar la pérdida de la diversidad biológica, basados en la falta de suficiente evidencia empírica (Bennett 2003). También se les critica el elevado costo que podría tener su implementación, en relación a otras estrategias de conservación de la biodiversidad y a los beneficios reales que de ellos se obtendrían. Sin embargo, a su favor se pueden resaltar los beneficios generales asociados con las estrategias enfocadas al mantenimiento y la recuperación de hábitats naturales, y el ser un concepto que puede integrar el uso sostenible de los recursos biológicos dentro del objetivo de mantener la conectividad entre fragmentos de un ecosistema o paisaje, en especial si se adoptan las definiciones más amplias e incluyentes (Bennett 2003).

Iniciativas de conectividad en colombia

Con el ánimo de compilar los proyectos, esfuerzos o tan sólo ideas relacionadas con el tema de conectividad en Colombia, realizamos una búsqueda de información (con palabras clave

como conectividad y corredores) por diversos medios (p.e. internet, búsquedas bibliográficas en entidades, indagaciones a funcionarios y académicos, entre otros), guiados también por la recopilación preliminar llevada a cabo por la UICN (2005). El resultado de esta búsqueda nos condujo a diferentes entidades y personas, las cuales fueron contactadas para obtener información directa sobre cada una de las iniciativas. De las más de 35 iniciativas en Colombia que encontramos a través de los diferentes medios, escogimos 28 tomando en cuenta la calidad y disponibilidad de la información, y no sólo por su aproximación conceptual al tema de conectividad (Tabla 1).

Tabla 1. Listado preliminar de iniciativas de conectividad en Colombia. En la columna de referencias se muestra la fuente clave para cada iniciativa y/o la persona que suministró la información.

Iniciativas	Referencia
Corredores	
Corredor Marino del Pacífico Este Tropical/Corredor Marino de Conservación y Desarrollo Sostenible – Galápagos, Isla Del Coco, Coiba, Gorgona- Malpelo	Germán Soler (Fundación Malpelo), María Claudia Diazgranados (CI) www.cmarpacifico.org
Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia- Iguaque	César Monje (Fundación Natura)
Corredor de Conservación Parque Tatamá – Serranía de Los Paraguas	César Franco Laverde (Corporación Serraniagua)
Corredor de Conservación Chocó- Manabí	Varias (p.e. www.chocomanabi.org)
Corredor Biológico Parque Cueva De Los Guácharos-Parque Puracé	CAM 2009
Corredores Biológicos de Conexión Barbas-Bremen	IAvH 2006, Andrade 2007
Corredor Biológico de Cordillera Central/Proyecto de Conservación de Ecosistemas de alta montaña en la Cordillera Central.	CRQ 2005
Corredor Biológico Río Blanco-Torre IV- CHEC	IAvH *et ál.* 2007
Corredor de Conservación Biológico y Multicultural Munchique-Pinche	Antonio José Solarte (Cipav); www.munchiquepinche.cipav.org.co
Corredor de Conservación Jardín Botánico, Cali – AICA Bosque de San Antonio-Km 18	Carlos Mario Wagner Wagner (Asociación Río Cali)
Corredor de Gestión Parque Los Nevados - Parque Selva de Florencia - Páramo de Sonsón	Olga Galindo (Fundación Pangea)
Corredor Biológico Bosque Seco Tropical	CVC 2006
Corredor de Gestión Trinacional de las Áreas Protegidas La Paya (Colombia), Cuyabeno (Ecuador) y Gueppi (Perú)	Clara Solano (Fundación Natura)
Corredor Biológico Yotoco - La Albania	IAvH y CVC 2007a
Corredores de Conservación Urbanos del Municipio de Armenia	Margarita Nieto (Fundación Semillas de Vida)
Corredor Ecológico Vial Bogotá – Villavicencio	Luis Mario Cárdenas
Corredor de Conservación Chingaza-Sumapaz-Páramo de Guerrero	Sandra Sguerra (Sguerra *et ál.* 2011)
Corredor Corales-Corchal-Colorados	Andrés Ceferino (Parques Nacionales Naturales de Colombia)
Corredor Ecológico del Distrito Capital	Nicolás Urbina (CI)
Corredor Biológico La Ruta del Sirirí	Leonardo Rivera (CVC y Fundación Planeta Azul 2010)
Corredor Nasa-Conectividad Cosmoecológica Nasa	Sandra Sguerra (Sguerra 2010)

Tabla 1. (Continuación)

Iniciativas	Referencia
Herramientas de manejo del paisaje (HMP)	
Diseño, negociación e implementación de HMP en la ventana de paisaje rural ganadero en la cuenca media del río Chambery (Aranzazu y Salamina, Caldas)	IAvH y Fundación Pangea 2006
Corredores	
Estrategia para la conservación de la biodiversidad en la cuenca media del río Nima. Diseño, negociación e implementación de HMP	Olga Galindo (IAvH y CVC 2007b, 2008)
HMP para favorecer el mantenimiento y la restauración del bosque seco tropical en el valle geográfico del río Cauca (Bosque Seco Río Cauca)	IAvH y CVC 2007c
Área protegida	
Parque Tinigua	www.parquesnacionales.gov.co
Parque Alto Fragua Indi Wasi	www.parquesnacionales.gov.co
Parque Serranía de Los Churumbelos Auka-Wasi	www.parquesnacionales.gov.co
PNR Cerro Banderas–Ojo Blanco	Claudia P. Fajardo Paladines (CAM y Conif 2007)

Cada iniciativa fue caracterizada mediante un menú de once parámetros (nombre, objetivos, área, contexto geográfico, metodología, áreas protegidas, descripción del sitio, socio-economía, actores, historia y estado actual), los cuales consideramos pertinentes para la descripción biofísica, temporal y espacial de las propuestas (los detalles de cada una de las iniciativas no serán presentados en este documento por cuestiones de espacio).

Algunas iniciativas de las cuales no se dispuso de información suficiente (y por tanto no fueron incluidas) son el Corredor Andino-Amazónico Páramo de Bordoncillo-Cerro Patascoy (La Cocha), el Corredor de Conservación NorAndino (Colombia-Venezuela), el Corredor Biológico Binacional El Ángel-Chiles-Cumbal-Azufral-Quitasol y las áreas de importancia identificadas y denominadas 'corredores' por el consorcio *The Nature Conservancy* (TNC) - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) - Agencia Nacional de hidrocarburos (ANH) - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), en el "*Estudio ambiental del sector de hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en Colombia*"(http://hermes.humboldt.org.co/hidrocarburos).

1.Enfoque y denominación de las iniciativas

Las 28 iniciativas documentadas exhiben una amplia gama de nombres o denominaciones otorgadas por sus gestores; algunas de ellas coincidiendo con las categorías propuestas por las UICN (2005), aunque no necesariamente representando sus características. Así, agrupamos las iniciativas de acuerdo a la clasificación de los autores (cuando está explícita en el nombre de la iniciativa) y al enfoque según las categorías de la UICN cuando el nombre no lo contiene explícitamente (p.e. Corredor Nasa

y Corredor Corales-Corchal-Colorados, cuyo enfoque es el de corredor de conservación), o cuando incluye dos o más categorías (p.e. Corredor de Conservación Biológico y Multicultural Munchique-Pinche). Adicionalmente, algunas áreas protegidas (un parque nacional regional-PNR y tres parques nacionales naturales) fueron incluidas en esta recopilación (en su propia categoría), puesto que entre los considerandos de su declaración se encuentra el garantizar la conectividad funcional de especies, ecosistemas o procesos ecológicos. Este es el caso de las áreas ubicadas en la transición Andino-Amazónica.

Encontramos que los corredores de conservación y biológicos son los más frecuentes (32 y 25% respectivamente) (Figura 1). El corredor marino, único en su naturaleza, también ha sido denominado en algunas instancias como corredor de desarrollo sostenible, lo cual lo convierte en la única iniciativa representante de esta categoría definida por la UICN (2005).

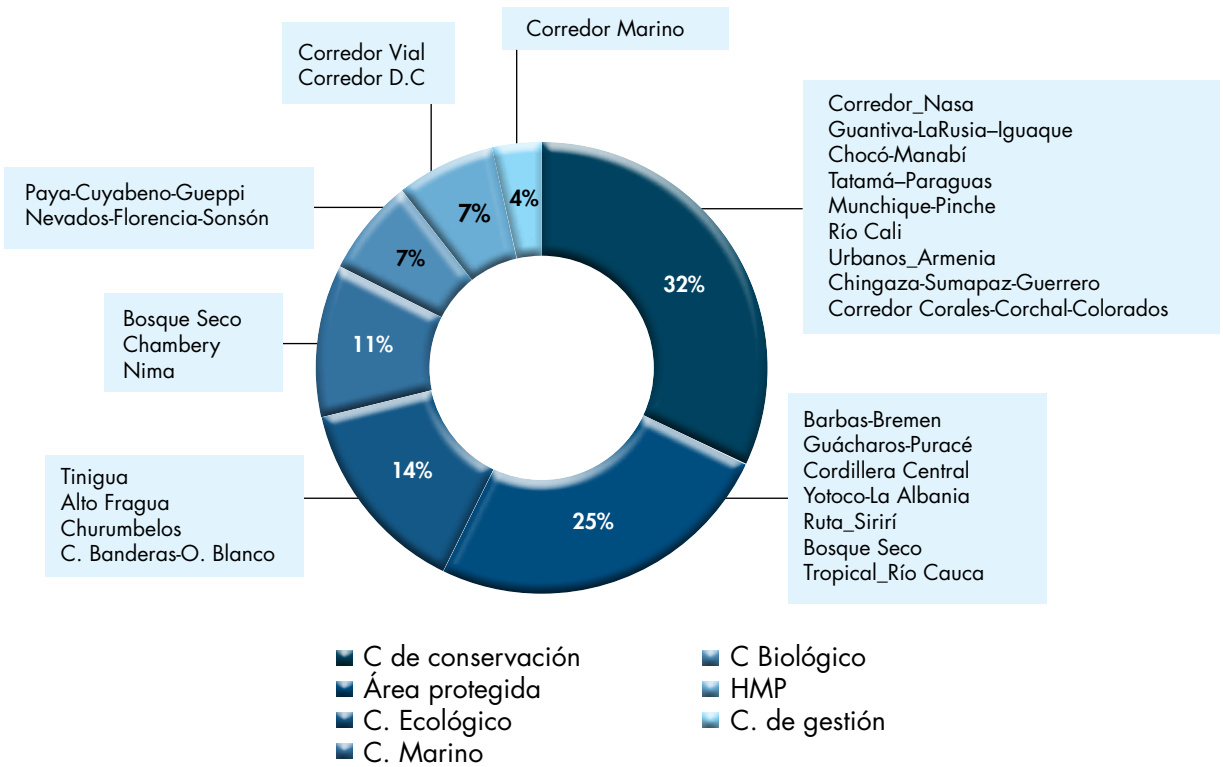


Figura 1. Enfoque y denominación de las iniciativas de conectividad.

Paisaje rural vereda la Glorieta Yacopí. Foto: F. Nieto.

Los proyectos desarrollados por el IAvH bajo el esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación, con las HMP como el eje central (Lozano-Zambrano 2009), fueron incluidos en esta recopilación ya que buscan promover cambios físicos en el paisaje para procurar la conservación de la biodiversidad, al aumentar o mejorar la calidad del hábitat e incrementar la conectividad (estructural y probablemente funcional) (IAvH *et ál*. 2007). Dentro de las HMP se encuentran elementos conectores del paisaje tales como corredores biológicos, cercas vivas y ampliación de bosques de cañada (Lozano-Zambrano 2009).

Cabe destacar la existencia de iniciativas urbanas que desde perspectivas y realidades diferentes abordan la conectividad (Corredor Ecológico del Distrito Capital-Bogotá, Corredores de Conservación Urbanos del Municipio de Armenia y Corredor Biológico Ruta del Sirirí-Cali) pero que comúnmente parten del fortalecimiento de la conectividad estructural (zonas naturales rurales, restauración de los ecosistemas boscosos urbanos a lo largo de microcuencas y enriquecimiento vegetal en parques urbanos), para favorecer la movilidad de individuos y la persistencia de especies, así como la sensibilización hacia temas ambientales entre los habitantes de grandes urbes.

2. Zonas y rango altitudinal

Las iniciativas representan todo el gradiente altitudinal del país, desde los 0 msnm (Corredor Marino) hasta las máximas alturas del Parque Los Nevados en el Corredor Nevados-Florencia-Sonsón (Figura 2). La mayoría de iniciativas se encuentran en la región andina (figuras 3 y 4), lo cual es congruente con ser una de las regiones más transformadas en Colombia (Etter *et ál*. 2006). Sin embargo, este análisis puede estar sesgado dada la omisión de iniciativas en otras regiones como la Caribe y la Orinoquia.

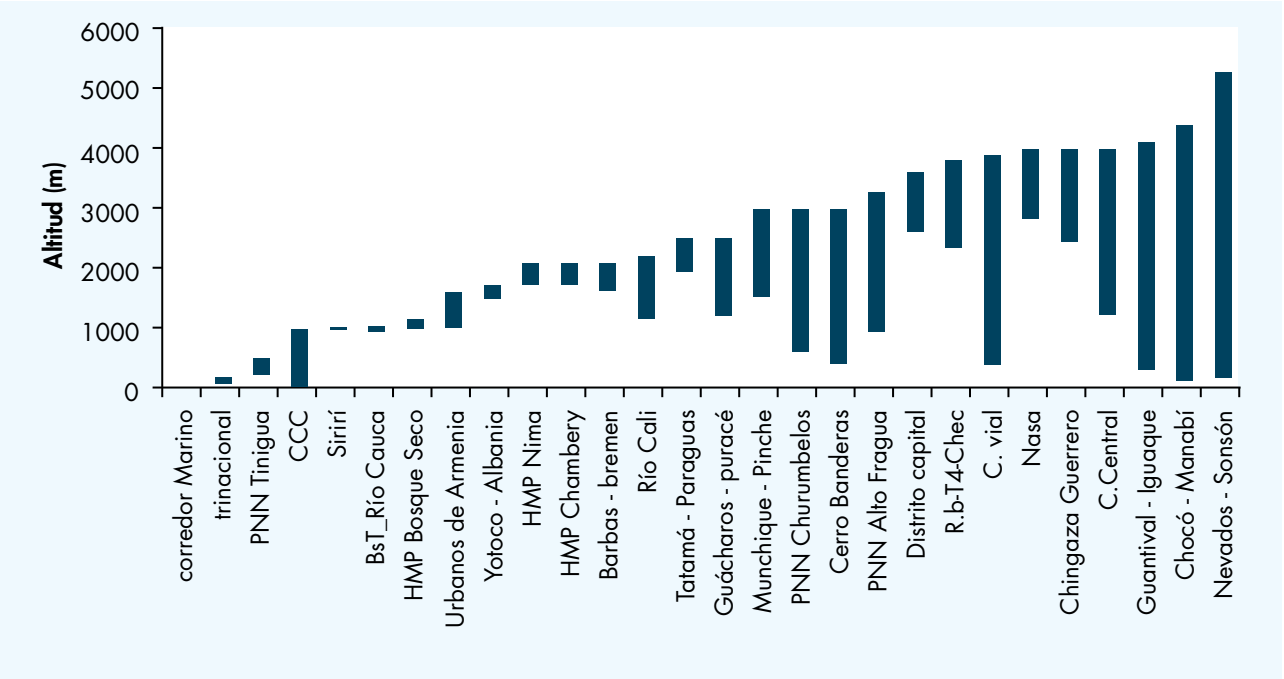


Figura 2. Rango altitudinal que abarcan las iniciativas.

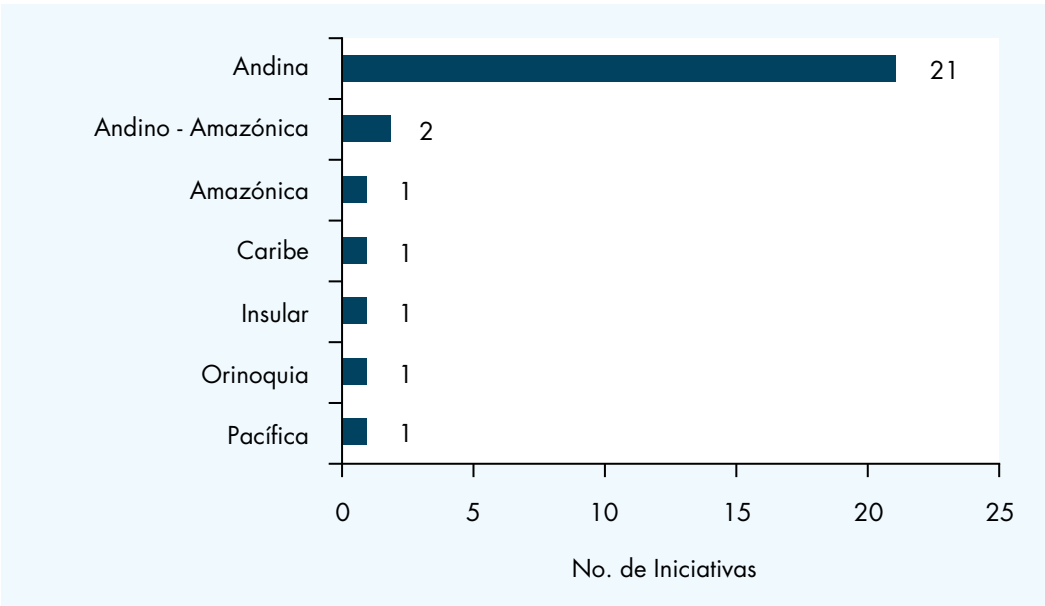


Figura 3. Número de iniciativas por zona biogeográfica.

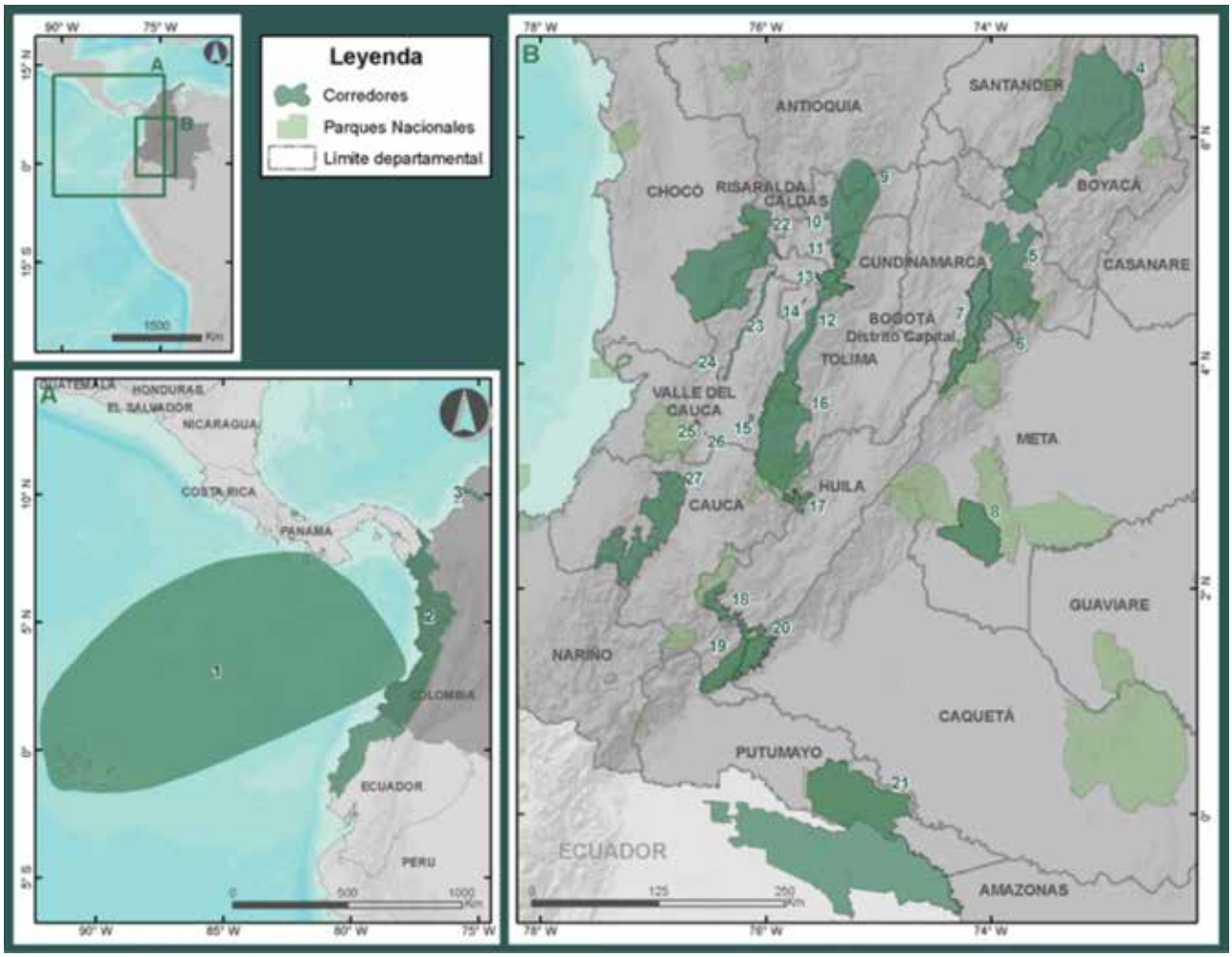


Figura 4. Mapa con las iniciativas de conectividad en, o que involucran, a Colombia. 1) Corredor Marino; 2) Chocó-Manabí; 3) Corredor Corales-Corchal-Colorados; 4) Guantiva-Rusia-Iguaque; 5) Chingaza-Sumapaz-Guerrero; 6) C. vial; 7) C. Distrito Capital; 8) Parque Tinigua; 9) Nevados-Florencia-Sonsón; 10) Chambery; 11) R.B-T4-Chec; 12) Cordillera Central; 13) Barbas-Bremen; 14) Urbanos de Armenia; 15) Nima; 16) C. Nasa; 17) C. Banderas-O. Blanco; 18) Guácharos-Puracé; 19) Parque Churumbelos; 20) Parque Alto Fragua; 21) La Paya-Guyabeno-Gueppi; 22) Tatamá-Paraguas; 23) Bosque Seco Tropical Río Cauca; 24) Yotoco-La Albania; 25) J. Botánico, Cali-km 18; 26) Ruta del Sirirí; 27) Munchique-Pinche.

3. Escala espacial

Para este análisis, agrupamos las iniciativas en cinco categorías según el área que abarcan. Las iniciativas de conectividad cubren un amplio rango de escalas, desde la muy local como los corredores Barbas-Bremen (0,5 km^2) hasta las trasnacionales representadas por el Corredor Marino (>1'000.000 km^2) (Figura 5). La mayoría de corredores biológicos (71%) se encuentra en la escala más pequeña (0-1.000 km^2) mientras que los corredores de conservación se ubican mayoritariamente en la escala

1.000 a 10.000 km^2. La propuesta de restauración del bosque seco no fue incluida en este análisis puesto que el estudio determinó que la conexión de los remanentes de parche era improbable; por tanto no se propone un área de corredor sino el mejoramiento de la calidad de cada uno de los parches.

4. Escala temporal y nivel de avance

El Parque Tinigua figura como la iniciativa de conectividad más antigua en Colombia. En términos de corredores, las primeras iniciativas son el Corredor de Conservación Chocó-Manabí y el Corredor Marino, de naturaleza transfronteriza (Figura 6). En el caso del Corredor Marino, sus inicios coinciden con el desarrollo del Corredor Mesoamericano, ambos promovidos inicialmente por Costa Rica. El diseño y la implementación de iniciativas de conectividad en Colombia parece tomar dinamismo entre los años 2002 y 2005 (Figura 6), siguiendo probablemente la tendencia en investigación y publicación científica en torno a este tema a nivel mundial en los años 90 (Crooks 2006). La resonancia de iniciativas regionales, especialmente el Corredor Mesoamericano, probablemente incentivaron el desarrollo de iniciativas en el país. Así mismo, proyectos relativamente amplios como el Proyecto Andes del Instituto Humboldt, también han jugado un papel importante al visibilizar e incursionar en la implementación de HMP como estrategias para generar conectividad.

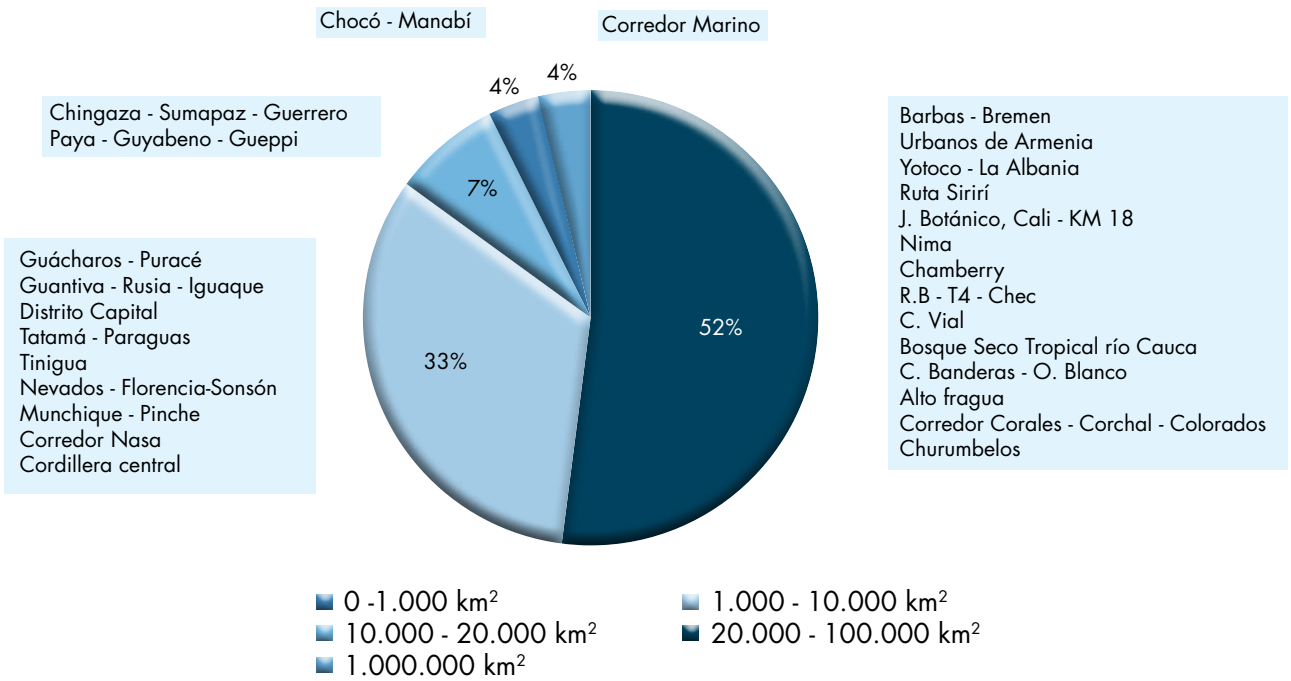


Figura 5. Agrupación de las iniciativas según el área que abarca.

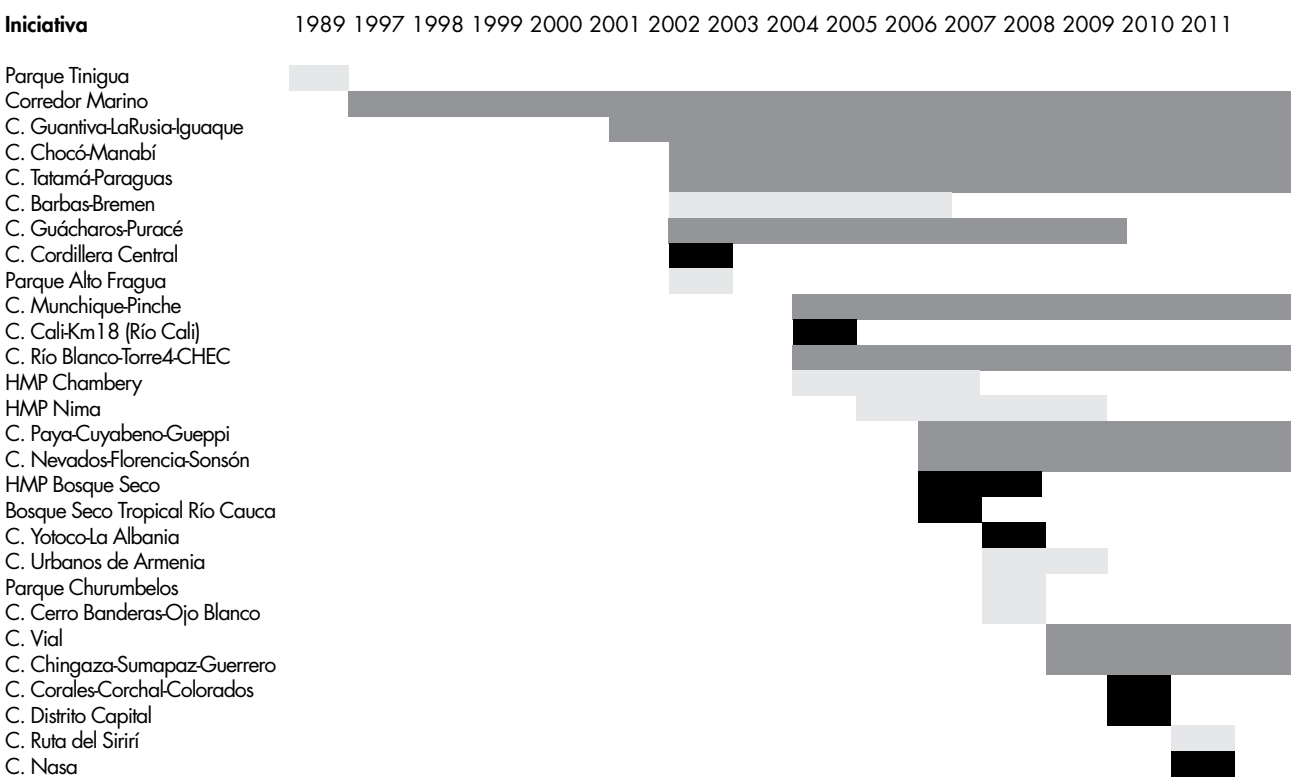


Figura 6. Escala temporal de las iniciativas y nivel de avance. C: Corredor; P.: Parque; HMP: herramientas de manejo del paisaje. Gris claro: implementación total; gris oscuro: implementación parcial, proceso en curso; negro: en diseño.

En cuanto a los avances en terreno, nueve iniciativas (32%) fueron consideradas como 'implementadas' totalmente, debido a que el proceso de declaratoria ya se llevó a cabo (en el caso de las áreas protegidas) o porque el proyecto ya fue ejecutado en su totalidad (p.e. HMP, corredores urbanos de Armenia y Ruta del Sirirí). El 39% de las iniciativas cuentan con algún grado de implementación y actualmente están activas (aunque el avance de algunas es muy incipiente), lo que se entiende considerando que la mayoría corresponde a corredores de conservación y por tanto, a procesos de largo aliento. Unas pocas permanecen en fase de diseño, sea porque están a la espera de financiación (p.e. Corredor del río Cali: Jardín Botánico-km18), o porque fueron diseñadas recientemente (p.e. Corredor Nasa). Lamentablemente, la consolidación y el seguimiento son fases que muy pocas de las iniciativas documentadas han alcanzado. En algunos casos, las políticas de los financiadores no permiten invertir recursos económicos en el mantenimiento y seguimiento de proyectos ya ejecutados, lo cual dificulta la evaluación de los resultados y la efectividad en relación a los objetivos de conservación planteados.

Vista del rio Magdalena (San Juan de Rioseco). Foto: F. Nieto.

5. ¿Quiénes participan en estas iniciativas?

Las entidades gubernamentales del orden nacional y departamental, particularmente las corporaciones autónomas regionales, son las que lideran el mayor número de iniciativas. En segundo lugar se observan las organizaciones no gubernamentales (ONG) locales. Es importante señalar el papel fundamental de la sociedad civil representada a través de estas organizaciones, quienes generalmente no son las cabezas visibles de los proyectos, pero que en buena medida incentivan la formulación de las iniciativas al interior de las entidades gubernamentales, y quienes luego acompañan todas las etapas, desde el diseño hasta su implementación.

En términos de financiación, el 50% de las iniciativas recibe fondos de múltiples fuentes, involucrando entidades gubernamentales (p.e. corporaciones autónomas regionales, Parques Nacionales Naturales de Colombia), ONG nacionales (p.e. Fundación Natura, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-Cipav), internacionales (p.e. Conservación Internacional-CI, *World Wildlife Fund-WWF*, *Wildlife Conservation Society-WCS)*, agencias de cooperación internacional (p.e. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional-Usaid en inglés, Fondo Francés, Embajada de los Países Bajos, *Global Environmental Facility-GEF*) y sector privado (p.e. empresas de servicios públicos). La otra mitad de las iniciativas cuenta con una sola fuente de financiación, representada usualmente por entidades gubernamentales.

6. Categorías de áreas protegidas incluidas en las iniciativas

Las áreas protegidas de diversa índole juegan un papel central en la gran mayoría de iniciativas, especialmente las áreas administradas por Parques Nacionales Naturales de Colombia. Sin embargo, es notable la representación de los parques naturales regionales (según denominación anterior al Decreto 2372 de 2010), lo cual podría estar ligado al liderazgo que ejercen las corporaciones autónomas regionales en torno al desarrollo y la implementación de iniciativas de conectividad. Las reservas naturales de la sociedad civil, a pesar de no ser cabezas visibles o protagonistas de los proyectos de conectividad, generalmente se convierten en los participantes más frecuentes durante la implementación de los mismos.

Consideraciones finales

La diversidad de experiencias sobre conectividad en Colombia está representada por sus diferentes denominaciones, el rango de escalas que abarcan y la variedad de actores involucrados. Esta diversidad demuestra que distintos grupos e instituciones han identificado la conectividad como una necesidad, así como una estrategia útil para la gestión ambiental del territorio. En muchos de los casos evaluados, el uso de la palabra corredor ha servido para integrar bajo un sólo paraguas, un conjunto de herramientas para la conservación de la biodiversidad, que van desde el establecimiento de áreas protegidas hasta actividades de educación ambiental, pasando por la coordinación de actores y promoción de prácticas productivas ambientalmente amigables.

En Colombia, las iniciativas denominadas **corredores biológicos** y ecológicos representan en su mayoría iniciativas de escala local. Desde el punto de vista conceptual es congruente, dado que son experiencias donde la conectividad es principalmente biofísica, involucran uno o pocos tipos de acciones (p.e. corredores riparios, cercas vivas) y se enfocan en una o pocas especies o servicios ambientales (p.e. provisión de agua). Por otro lado, las iniciativas denominadas corredores de conservación y de desarrollo sostenible corresponden a escalas regionales, comprenden mosaicos de usos de la tierra, incluyen una variedad de acciones y tienen un mayor número y una participación más activa de actores locales.

Los **corredores de conservación** resultan ser las iniciativas de conectividad con mayor acogida y proyección, abarcando las estrategias de conectividad a escalas menores como el manejo de hábitats concretos en forma de puntos de paso, corredores biológicos, o de manera integradora, las HMP.

En Colombia, los **corredores de gestión** (no incluidos en las categorías de la UICN, 2005), según la descripción de sus gestores, tienen un fuerte énfasis en la coordinación institucional y en constituir un espacio político para el ordenamiento del territorio, encaminado a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Aunque en algunos aspectos parecen traslaparse con el concepto de corredor de conservación (UICN 2005), los corredores de gestión podrían referirse netamente a la gestión institucional para el ordenamiento de un territorio, sin que la conectividad funcional sea el eje central.

Desde la concepción de las primeras iniciativas hasta la más reciente, se observa un desarrollo conceptual y metodológico cada vez más estructurado, así como un incremento en la incorporación de estrategias de divulgación y socialización como las de los corredores Guantiva-La Rusia-Iguaque, Guácharos-Puracé y Chingaza-Sumapaz-Guerrero. Sin embargo, los objetivos, métodos y esquemas de evaluación y seguimiento no siempre guardan una relación directa con el tipo de conectividad que la iniciativa persigue. A pesar de que la conectividad funcional ha sido reconocida como el objetivo primordial a alcanzar (Cracco y Guerrero 2004), gran parte de las iniciativas revisadas presentan principalmente estrategias para favorecer la conectividad estructural, que si bien es fundamental para facilitar la conectividad funcional, no es generalmente explícito el enlace entre estos dos componentes o al menos discutido. Aunque los conceptos de conectividad y corredores pretenden ser cada vez

más incluyentes, abarcando no sólo la conectividad biológica y ecológica, sino también la social, económica y política, los esquemas de evaluación y seguimiento no parecen guardar relación con esta mayor complejidad.

Las iniciativas incluidas en la presente recopilación, así como las categorías utilizadas para clasificarlas, probablemente no reflejan la verdadera diversidad de aproximaciones que en torno al tema se han dado en el país. Esperamos que una futura revisión sea más incluyente, lo cual podría facilitarse si las iniciativas en curso contaran con mecanismos de divulgación pertinentes. Como ya ha sido sugerido por otros (p.e. Cracco y Guerrero 2004), un mejor esquema de clasificación podría proponerse mediante la identificación de elementos comunes entre las iniciativas existentes, a partir de un detallado análisis y una evaluación de las metas, los objetivos, los métodos y los logros alcanzados por cada iniciativa. La divulgación de esta información también serviría para que aquellas iniciativas que apenas florecen, se nutran de las experiencias y de los caminos ya recorridos.

El establecimiento de espacios de discusión sobre conectividad y corredores es una necesidad en Colombia dada su evidente utilidad como herramientas de gestión territorial, capaz de integrar bajo una misma sombrilla, varios tipos de intervención, así como articular una diversidad de actores. Al igual que en los niveles global y regional, la discusión sobre su utilidad como estrategia de conservación de la biodiversidad probablemente seguirá siendo objeto de controversias en el país, las cuales sólo podrán ser subsanadas en la medida en que las iniciativas incorporen esquemas de evaluación y monitoreo cada vez más rigurosos.

Agradecimientos

Agradecemos de manera muy especial a cada una de las personas de la Tabla 1, quienes suministraron la información de las diferentes iniciativas. A Carlos Ríos (WCS) por la generación del mapa; a *Conservation Leadership Programme* - CLP por su apoyo al primer autor y a la Fundación MacArthur por su apoyo al Programa Colombia de WCS.

Bibliografía

Andrade A.P. (Ed.). 2007. Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica. CEM - UICN. Bogotá, Colombia.

Bennett A.F. 2003. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.

Bennett A.F. 1998. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

CAM, Corporación Autónoma Regiona l del Alto Magdalena. 2009. Corredor Biológico Guácharos-Puracé. Proceso participativo par la conservación del Macizo Colombiano. Colombia. 294p.

CAM y Conif. 2007. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena y Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Caracterización, delimitación, zonificación y formulación del plan de manejo para la declaratoria del Cerro Banderas - Ojo Blanco como Área Natural Protegida. Bogotá, Colombia. 247p.

Cracco M. y E. Guerrero (Eds.). 2004. Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión de corredores en América del Sur. Memorias del taller regional, 3 al 5 de junio. Quito, Ecuador.

Crooks K.R. 2006. Connectivity conservation. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

CRQ, Corporación Autónoma Regional del Quindío. 2005. Proyecto «Conservación de ecosistemas de alta montaña en la cordillera Central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima; un aporte a las ecorregiones estratégicas». Informe técnico de la CRQ. Armenia, Quindío.

CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2006. Construcción de una propuesta de corredor biológico en el bosque seco tropical a través del análisis de los remanentes de bosque y humedales y el establecimiento y consolidación de la franja protectora del río Cauca. Informe técnico final de la CVC. Santiago de Cali, Colombia.

CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y Fundación Planeta Azul. 2010. Corredor Biológico Urbano «La ruta del siriri». Santiago de Cali, Colombia.

Etter A., C. McAlpine, K. Wilson, S. Phinn & H. Possingham. 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. Agriculture, ecosystems & environment 114:369-386.

Hess G.R. & R.A. Fischer. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. Landscape and urban planning 55:195-208.

Hilty J.A., W.Z. Lidicker & A.M. Merenlender. 2006. Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Island Pr. Washington D.C, USA.

Huxell G.R. & A. Hastings. 1999. Habitat loss, fragmentation, and restoration. *Restoration Ecology* 7:309-315.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. Modelo de manejo sostenible de paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad en la región Andina colombiana. Informe técnico, IAVH. Bogotá, Colombia. 29p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2008. Estrategia para la conservación de la biodiversidad en la cuenca media del río Nima. Implementación de herramientas de manejo de paisaje-HMP Fase II y III. Informe técnico. Convenio 057-2007. Palmira, Colombia. 51p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2007a. Herramientas de manejo del paisaje que garanticen la conectividad estructural entre la Reserva Forestal Bosque Yotoco y la Reserva Forestal La Albania, Valle del Cauca. IAVH, CVC. Santiago de Cali, Colombia. 78p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2007b. Estrategia para la conservación de biodiversidad: diseño, negociación e implementación de herramientas de manejo. Informe técnico Convenio 208, IAVH, CVC. Palmira, Colombia. 111p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2007c. Herramientas de manejo del paisaje para favorecer el mantenimiento y la restauración del bosque seco tropical en el valle geográfico del río Cauca. Informe técnico, IAVH, CVC. Santiago de Cali, Colombia. 164p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Procuenca, FAO, Food and Agricultural Organization y Fundación Pangea. 2007. Estrategia de conservación de biodiversidad y sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca alta del río Chinchiná. Informe técnico final. Manizales, Colombia. 71p.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación Pangea. 2006. Cooperación interinstitucional para consolidación del proceso de implementación de las herramientas de manejo de paisaje en el paisaje rural ganadero de la cuenca media del río Chambery. Informe técnico. Santiago de Cali, Colombia. 34p.

Kindlmann P. & F. Burel. 2008. Connectivity measures: a review. Landscape Ecology 23:879–890.

Lozano-Zambrano F.H. (Ed.). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, Colombia.

Moilanen A. & I. Hanski. 2001. On the use of connectivity measures in spatial ecology. Oikos 95: 147-151.

Sguerra S. 2010. Caracterización y diseño de la conectividad Nasa. Informe técnico, Gobernación del Cauca y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Colombia. 169p.

Sguerra S., P. Bejarano, O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo y O. Sanclemente. 2011. Corredor de Conservación Chingaza-Sumapaz-Guerrero. Resultados del diseño y lineamientos de acción. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia. 184p.

Taylor P.D., L. Fahrig, K. Henein & G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos 68:571-573.

Tischendorf L. & L. Fahrig. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. Oikos 90:7-19.

UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2005. Corredores y enfoque ecosistémico. Puentes entre la Naturaleza y la Gente. Folleto. Quito, Ecuador.

D. Contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos

Quétier *et ál.* (2007) precisan que "*los servicios ecosistémicos no son beneficios en sí mismos, sino propiedades ecológicas que se incorporan en la producción y distribución de beneficios materiales e inmateriales para los seres humanos*". Y agregan que "*las propiedades ecológicas son variables (cualitativas o cuantitativas) que caracterizan la estructura y el funcionamiento del ecosistema*". Por esta razón, aunque hay una tendencia práctica a homologar los conceptos de servicio ecosistémico y servicio ambiental, sólo cuando los servicios ecosistémicos tienen un uso se convierten en servicios ambientales. Estrictamente hablando, los servicios ambientales son los beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (*Millenium Ecosystem Assessment* - MEA 2005) es pionera en la conceptualización y categorización de los servicios ecosistémicos, cuya contribución más valiosa es que "*permite orientar iniciativas de investigación y conservación, a través de un marco de trabajo que hace explícito, cualitativa y cuantitativamente, el vínculo entre los sistemas ecológicos y sociales*" (Franco en esta publicación).

Los temas de conectividad y servicios ecosistémicos se encuentran estrechamente relacionados. Ambos cobran relevancia en el nivel regional y desde la perspectiva de las redes ecológicas, dentro de las cuales hay conexiones entre las áreas protegidas mediante elementos territoriales que facilitan la continuidad de los procesos ecológicos. Los dos temas están directamente asociados a la integridad y funcionalidad ecológica de los ecosistemas. Como ya se mencionó, la conectividad es una estrategia que permite el flujo de los servicios ecosistémicos en el paisaje y disminuye su vulnerabilidad de manera que garantiza que los procesos ocurran en diferentes escalas espacio-temporales. En el contexto de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, MADS 2012), el Sinap se plantea como una estrategia y oportunidad para asegurar áreas resilientes para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, que favorecen la respuesta del territorio nacional frente a los determinantes de cambio global ambiental.

Elementos de discusión y requerimientos de investigación y monitoreo

En el marco de los servicios ecosistémicos, la gestión de investigación y monitoreo en el Sinap debe enfocarse en hacer explícitas las contribuciones del sistema, como un todo, al mantenimiento de las dinámicas y funciones biológicas, ecológicas, químicas y físicas de los ecosistemas y el territorio, así como en las relaciones culturales y sociales con el territorio. Para hacerlo se requiere construir una línea base de información general e integral en el tema, que necesariamente trasciende las áreas protegidas y estrategias de conservación.

1. Reconocimiento de los servicios ecosistémicos más allá de los básicos: identificación y caracterización

En general, lo que se aprecia es que los beneficiarios perciben casi exclusivamente los mismos tipos de servicios, los de **provisión**. Por el contrario, no reconocen los otros servicios que los hacen

posibles, como los de **soporte, regulación y culturales** (*sensu* MEA 2005; ver Franco en esta publicación). Por esta razón, para avanzar en el reconocimiento de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos y entender los procesos que involucran, es necesario considerar las diferentes **escalas espaciales y temporales** de aproximación. Adicionalmente, es necesario sumar a la percepción de los beneficiarios la gran cantidad de información básica existente sobre los niveles de la biodiversidad (cómo funcionan los ecosistemas, cuáles son las especies, cuáles son sus características, entre otros aspectos). El reto consiste en hilar más fino para conectar esas dos fuentes de conocimiento: la percepción que tienen los beneficiarios y el acervo de información existente sobre la biodiversidad, con el objetivo de entender, en términos de funcionalidad, cuáles y cómo se relacionan los procesos ecológicos.

Al respecto lo que se viene proponiendo no es el reemplazo de la forma de estudiar la biodiversidad y de sistematizar la información, sino la lectura de la misma a la luz de los servicios ecosistémicos que se identifican por medio de la percepción. Esto equivale a "devolver la película", o ir hacia atrás, para completar el tema de percepción con información proveniente del conocimiento básico que se tiene de esas cadenas de relaciones y procesos.

En síntesis, es prioritario que, como línea base de investigación y monitoreo (estado, presiones y tendencias), se identifiquen los servicios ecosistémicos de soporte, regulación y culturales que se derivan del estado actual del territorio y su vínculo con los servicios de provisión que sustentan. Así mismo se requiere precisar quién se beneficia de estos servicios, las escalas a las que se prestan y en las que son relevantes o aparecen.

2. Relaciones culturales con el territorio: servicios ecosistémicos culturales

Es necesario incorporar el componente cultural desde la definición misma de los servicios ecosistémicos, además de las relaciones biológicas, ecológicas, físicas y químicas. En la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) se define un componente cultural explícito y es esencial considerarlo de manera estructurante y determinante ya que la cultura no es beneficiaria, sino que soporta un conjunto complejo de sistemas que garantizan el mantenimiento de la biodiversidad. La biodiversidad también depende de las conexiones culturales de las comunidades con el territorio. Esto se traduce en que la sociedad y las comunidades, en sus prácticas de relacionamiento con el medio natural, pueden constituir, en sí mismas, servicios ecosistémicos de soporte.

En este contexto vale la pena resaltar que los conocimientos tradicionales están asociados a la biodiversidad, forman parte de aquello denominado "lo intangible de la biodiversidad" (*sensu* CDB). Por lo tanto, cuando se extingue una especie, también se extingue conocimiento. Aun cuando el Artículo 8J de la CDB establece mecanismos para reconocer dichas fuentes tradicionales de conocimiento, en el ámbito de las discusiones conceptuales y técnicas sobre los servicios ecosistémicos, éstas tienden a tener poca relevancia o, incluso, a desconocerse.

Las anteriores falencias han hecho evidente la importancia de integrar en un sistema de soporte de decisiones sobre servicios ecosistémicos, las ciencias económicas y ecológicas con las ciencias sociales. En consecuencia, y desde la perspectiva del diálogo de saberes (conocimientos tradicionales y conocimiento científico), se requiere que la investigación y el monitoreo promuevan

avances con relación a los servicios culturales (**relaciones culturales con el territorio**) y el papel de la sociedad y las comunidades en mantener todo ese conjunto de servicios de soporte, regulación y provisión.

3. Corresponsabilidad sectorial en el tema de los servicios ecosistémicos

Para beneficio de la sociedad en general, y para la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, MADS 2012), es un requisito empezar a generar una corresponsabilidad sectorial en torno a los servicios ecosistémicos, lo que significa reconocer y destacar su **relación directa con la sostenibilidad de las actividades productivas**. Igualmente, implica un cambio de lenguaje que busca favorecer el diálogo con los diferentes sectores, con el objetivo de que comprendan la necesidad de hacer cambios en sus sistemas que garanticen la sostenibilidad de sus actividades en el futuro.

Para lograrlo, en el ámbito político es necesario que los servicios ecosistémicos salgan de la exclusividad del sector ambiental, ya que hasta ahora han permanecido como tema de biocomercio, de las experiencias puntuales de pago por servicios ambientales y, recientemente, como tema de sumideros de carbono. De la misma manera, en el ámbito de la investigación y el monitoreo, los vacíos de información y conocimiento y las preguntas asociadas para abordarlos deben trascender el ámbito puramente funcional y ecosistémico. Es determinante que estos esfuerzos apunten también a que los diferentes sectores evalúen su dependencia y los beneficios que obtienen de determinados servicios ecosistémicos, específicamente cuantificando y cualificando intensidades, magnitudes, direcciones y estacionalidades de esos servicios.

4. Valoración económica de los servicios ecosistémicos

En el marco de los recursos naturales no se puede desconocer el debate actual sobre qué tipo de metodologías de valoración económica implementar. Como la mayoría de los esquemas de valoración parten de la perspectiva económica neoclásica, han sido ampliamente criticados por las restricciones que tienen. Por ejemplo, surgen serias dificultades cuando en estos esquemas se habla de la disponibilidad a pagar ya que dicha disponibilidad está asociada con unas restricciones de ingreso que, a la vez, están relacionadas con el tipo de racionalidad económica y ambiental. Sin embargo, más allá de los ejercicios y las aplicaciones, lo que más preocupa es que desde estos modelos neoclásicos se tomen los insumos para el diseño de la política pública. Los bienes ambientales y servicios ecosistémicos no se tranzan en un mercado como cualquier otro bien o servicio, por lo que es necesario comparar estos ejercicios piloto de valoración económica de enfoque neoclásico con metodologías derivadas de otras perspectivas.

A pesar de las limitaciones que encierran, no hay que perder de vista que no realizar esos ejercicios de valoración contribuye a la desinformación en la toma de decisiones y genera unos costos políticos muy grandes en el contexto de inversiones muy grandes. La valoración económica es un componente

determinante del análisis y la evaluación de los servicios ecosistémicos, así como el lenguaje que se utilice para la interlocución con los otros sectores.

En general, en torno a este tema de valoración se plantean dos discusiones diferentes: una de carácter filosófico, que es importante incorporar también como tema de investigación, y la otra de carácter metodológico. La primera hace referencia a la "cosificación" y "reificación", a través de la cual se busca valorar todos los servicios y el riesgo que esto conlleva al dar un tratamiento de objetos (elementos estáticos) a las relaciones y los procesos ecológicos que les subyacen. La segunda se refiere a los métodos e instrumentos que los economistas ambientales usan para valorar y ofrecer herramientas para la toma de decisiones y sobre su utilidad para avanzar en las negociaciones y en los procesos locales.

5. Aporte del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos

Hacer explícita la contribución del Sinap a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos exige revisar los objetivos de conservación de las áreas protegidas y de los sistemas de áreas protegidas que integran el Sinap, no sólo en términos de especies y ecosistemas, sino también de procesos, funciones y servicios ecosistémicos, y de objetivos de tipo cultural. Las preguntas que deben orientar este esfuerzo son las siguientes: *¿Qué servicios ecosistémicos generan y sustentan las áreas y los sistemas de áreas protegidas (niveles local, regional y nacional del Sinap)? ¿Qué atributos de las áreas y los sistemas de áreas protegidas los favorecen, y cuáles garantizan su flujo?*

Aportes conceptuales y metodológicos

Estudio de caso 4. Servicios ecosistémicos. Bases conceptuales para identificar y priorizar los requerimientos de información para la gestión (Lorena Franco Vidal).

Estudio de caso 5. Los servicios ecosistémicos en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (Ana Milena Piñeros Quiceno y Lorena Franco Vidal).

Estudio de caso 6. Cuantificación y monitoreo de servicios ecosistémicos del Sinap: la importancia de las parcelas permanentes de vegetación (Esteban Álvarez Dávila).

Estudio de caso 4

Bases conceptuales sobre servicios ecosistémicos, para identificar y priorizar los requerimientos de información para la gestión en conservación[1]

Lorena Franco[2]

1 El informe extenso puede consultarse en www.natura.org.co
2 Consultora Fundación Natura en 2010. Actualmente Fundación Humedales, lfranco@fundacionhumedales.org

Presentación

En 2005, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (*Millenium Ecosystem Assessment*, MEA por sus siglas en inglés) publicó una síntesis masiva de conocimiento científico y su interpretación a la luz de la trayectoria de cambio de los ecosistemas de la Tierra. Muchas conclusiones contundentes surgieron de este emprendimiento del ámbito global, entre ellas que la acción humana está teniendo efectos profundos y muy rápidos en los servicios ecosistémicos, y que si bien en general durante el siglo pasado hubo incremento de los servicios de provisión, este aumento está relacionado con la disminución de los procesos y las estructuras ecológicas del sistema biofísico y con los valores culturales (MEA 2005). El MEA también hizo evidente que los paisajes son cada vez más homogéneos en la medida en que más superficie terrestre está siendo convertida para usos humanos. Las dos conclusiones anteriores hacen inevitable hacer el vínculo directo entre la transformación y pérdida de biodiversidad, y el uso de los servicios ecosistémicos.

Uno de los beneficios más importantes del MEA es que logró re-enfocar los planteamientos de las investigaciones sobre biodiversidad, para entender la dinámica acoplada de los sistemas ecológicos y los sistemas sociales, como base del conocimiento para reorientar la trayectoria de la transformación. Se busca, a partir de éste y otros emprendimientos, enfrentar la arraigada convicción de que estos sistemas son independientes, con el consecuente predominio de un enfoque de manejo que asume que los sistemas ecológicos proveen de manera infinita, y los sociales usan y dominan los recursos y ecosistemas que necesitan, buscando únicamente la estabilización de la demanda y la oferta. La máxima productividad de un bien o servicio ecosistémico, sin considerar los efectos en la funcionalidad de todo el sistema en el largo plazo, ha llevado a relaciones disfuncionales que comprometen la viabilidad de los ecosistemas, llevándolos a funcionar más allá de los umbrales del cambio irreversible.

El concepto de servicio ecosistémico ha permitido orientar iniciativas de investigación y conservación, a través de un marco de trabajo que hace explícito, cualitativa y cuantitativamente, el vínculo entre los sistemas ecológicos y sociales. Las siguientes son algunas de las preguntas emblemáticas que han guiado estas investigaciones (según Carpenter *et ál.* 2009): *¿Cuál es la combinación de servicios ecosistémicos*

que puede darse de manera sostenible en un paisaje particular? ¿Cómo afectan los cambios en el uso de la tierra, en la movilización de nutrientes, en la composición de especies y en el clima, el flujo de servicios ecosistémicos? ¿Cómo se puede corregir el desbalance en la generación de los servicios ecosistémicos de soporte, regulación, culturales y de provisión? ¿Cómo afectan las decisiones e intervenciones humanas para beneficiarse de un servicio ecosistémico el flujo local del conjunto de servicios ecosistémicos? ¿Cómo se amplifican los efectos de estas intervenciones a otras regiones? ¿Cuáles intervenciones humanas, y cómo, tienen efectos en lugares y regiones del planeta diferentes a donde se originaron? (P.e. los cambios sistémicos y los acumulados). ¿Qué instituciones, incentivos y regulaciones son efectivas para sustentar el flujo de servicios ecosistémicos?

Recuadro 1. ¿Por qué es importante estudiar los servicios ecosistémicos y estructurar una agenda de investigación?

- Para saber dónde se generan los servicios ecosistémicos, cuál es el sistema biofísico del cual dependen y cuáles son los elementos estructurales, los rasgos funcionales y los procesos que sustentan su generación.
- Para establecer el vínculo entre los sistemas sociales y ecológicos.
- Para poder integrar, de manera explícita, los servicios ecosistémicos en la gestión.
- Para poder precisar a un tomador de decisiones qué es lo que tiene que regular y en dónde (hacer las preguntas pertinentes).
- Para contribuir en lograr la adaptación de los sistemas ecológicos y sociales ante el cambio ambiental, porque es a través de los servicios ecosistémicos que se manifiesta gran parte de su vulnerabilidad.

Estas preguntas hacen evidente los vacíos de conocimiento en el tema y, sobre todo, ponen de manifiesto que responderlas es un reto mayor que requiere la coordinación entre disciplinas, actores e instituciones. Hay que evitar el desarrollo de estudios individuales, a través de disciplinas aisladas, o estudios enfocados únicamente en las partes de un sistema que, de manera puntual, disminuyen la incertidumbre sobre un aspecto, pero pueden *"caer en la trampa de ofrecer respuestas precisas a preguntas equivocadas o inútiles "* (Holling 1998).

A pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento, se requiere desarrollar investigaciones que permitan conocer y entender el amplio rango de procesos y mecanismos de retroalimentación que determinan la dinámica conjunta de los sistemas ecológicos y sociales (Carpenter *et ál.* 2009). Así se podrá comprender la generación de los beneficios para el ser humano y decidir cuáles estrategias son necesarias para evitar trayectorias de cambio indeseable en estos sistemas (Recuadro 1).

Una de las estrategias planteadas para tal fin, es la de las redes de gestión de la biodiversidad. Desde el enfoque de la funcionalidad del paisaje, estas redes incluyen sistemas de áreas protegidas cuyas "partes" deben articularse y conectarse, para que se dé el flujo de energía y materia que sustenta las funciones ecológicas (procesos ecológicos), y su interacción. En las zonas tropicales, especialmente en las montañosas, esta estrategia cobra mayor importancia porque permite incluir los niveles de la diversidad biológica (Halffter y Moreno 2005) que son necesarios para el mantenimiento de atributos del paisaje y su funcionalidad en sustento de la generación de los servicios ecosistémicos.

Este documento tiene por objetivo dar insumos para precisar y priorizar los requerimientos de información del nivel nacional que contribuyan a: (i) construir una agenda de investigación y monitoreo en el tema de servicios ecosistémicos; (ii) hacer explícito el papel y contribución del Sinap para mantener la funcionalidad de los paisajes, como sustento de la generación y el flujo de los servicios ecosistémicos y; (iii) avanzar en la definición de un marco de referencia para tomar decisiones sobre servicios ecosistémicos.

En la primera parte se hace referencia a la definición del concepto y la categorización de los diferentes tipos de servicios, de acuerdo con el MEA (2005). En la segunda parte se presentan y describen los elementos de la biodiversidad que subyacen a la generación y dinámica de estos beneficios para el ser humano, y en la tercera, se agrupan las causas generales por las cuales la generación y el flujo de servicios ecosistémicos disminuye, llegando incluso a colapsar. Finalmente, en la última sección se proponen aspectos sobre los cuales es esencial promover la generación de conocimiento para una gestión de los territorios que garantice el sustento de los servicios ecosistémicos y los elementos de la biodiversidad de los cuales dependen.

Este documento tiene por objetivo dar insumos para precisar y priorizar los requerimientos de información del nivel nacional que contribuyan a: (i) construir una agenda de investigación y monitoreo en el tema de servicios ecosistémicos; (ii) hacer explícito el papel y contribución del Sinap para mantener la funcionalidad de los paisajes, como sustento de la generación y el flujo de los servicios ecosistémicos y; (iii) avanzar en la definición de un marco de referencia para tomar decisiones sobre servicios ecosistémicos.

En la primera parte se hace referencia a la definición del concepto y la categorización de los diferentes tipos de servicios, de acuerdo con el MEA (2005). En la segunda parte se presentan y describen los elementos de la biodiversidad que subyacen a la generación y dinámica de estos beneficios para el ser humano, y en la tercera, se agrupan las causas generales por las cuales la generación y el flujo de servicios ecosistémicos disminuye, llegando incluso a colapsar. Finalmente, en la última sección se proponen aspectos sobre los cuales es esencial promover la generación de conocimiento para una gestión de los territorios que garantice el sustento de los servicios ecosistémicos y los elementos de la biodiversidad de los cuales dependen.

1. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Entre 2003 y 2005 el MEA definió que *"los servicios ecosistémicos son los beneficios que obtiene la gente de los ecosistemas"*. Aunque sencilla, con relación a la enorme complejidad de los procesos y las estructuras, y las escalas espaciales y temporales necesarias para que un servicio ecosistémico se produzca y pueda ser aprovechado por la sociedad, esta definición hace explícito el vínculo entre los sistemas ecológicos y sociales. Sin embargo, los meta-análisis[1] de investigaciones sobre el funcionamiento ecosistémico han demostrado la necesidad de contar con definiciones más operativas como, por ejemplo, la que proponen Thrush y Dayton (2010): *"los servicios ecosistémicos son las funciones biológicas,*

1 **Meta-análisis**: es una técnica de revisión sistemática de investigaciones independientes sobre un tema, que permite la combinación de resultados, de manera formal, a partir de diferentes estudios con el propósito de encontrar patrones generales de los ecosistemas, comunidades o especies (Gates 2002).

Flor de Moquillo. Foto: F. Nieto.

físicas y químicas dentro de los ecosistemas que sostienen la vida y el bienestar del ser humano". Esta definición lleva implícito que detrás de cada servicio ecosistémico hay un "trabajo" realizado por la naturaleza para mantener la vida. Ese trabajo consiste en el funcionamiento ecosistémico, el cual tiene que ver con los flujos de energía y materia a través de los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema (Díaz y Cabido 2001 en Casanoves *et ál*. 2011). Este flujo depende de la dinámica conjunta entre las variables estructuradoras, que determinan la estabilidad de los ecosistemas en el largo plazo, y la dinámica ecosistémica en el corto plazo ("variables de cambio lento" y "variables de cambio rápido", *sensu* Gunderson & Holling 2002).

Lo anterior sustenta la división de los servicios ecosistémicos en las siguientes tres categorías, propuestas en el MEA:

Servicios de soporte: son los procesos ecosistémicos y estructuras necesarias para que sea posible la generación de los otros servicios ecosistémicos (regulación, provisión y culturales). Los efectos de los servicios de soporte en las personas son indirectos, ya que ocurren en períodos de tiempo muy amplios[1]. Por el contrario, los servicios ecosistémicos de regulación tienen beneficios e impactos directos en la gente y se perciben en el corto plazo. Entre los servicios de soporte se encuentran la producción primaria, la formación del suelo, la producción de oxígeno, la retención de suelos, y el ciclaje de nutrientes y del agua.

Servicios de regulación: son los beneficios que se derivan de la regulación de los procesos

1 Por lo que generalmente no son percibidos, ni reconocidos como un servicio de la naturaleza, y no entran dentro de los objetivos de gestión.

ecosistémicos. Aquí se incluyen, entre otros, la calidad del aire, la regulación climática e hídrica (inundaciones), el control de erosión, la mitigación de riesgos, la regulación de la frecuencia y magnitud de enfermedades, el control biológico, el tratamiento de desechos (por la filtración y descomposición de desechos orgánicos) y la polinización.

Servicios de provisión: son los productos obtenidos de los ecosistemas, como alimento, agua limpia, leña, madera, fibra, recursos genéticos, medicinas naturales y materia básica para crear otras medicinas, entre otros.

Servicios culturales: son beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas por medio del enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión y recreación. Estos servicios están fuertemente ligados con los valores humanos y el comportamiento, por lo que las percepciones de estos servicios difieren entre individuos y comunidades.

La Figura 1 representa la relación entre los cuatro tipos de servicios ecosistémicos. Allí se puede apreciar que los de soporte son esenciales para la generación de los servicios de provisión, regulación y culturales, y que la dinámica integrada entre los cuatro tipos de servicios ecosistémicos contribuye al bienestar humano.

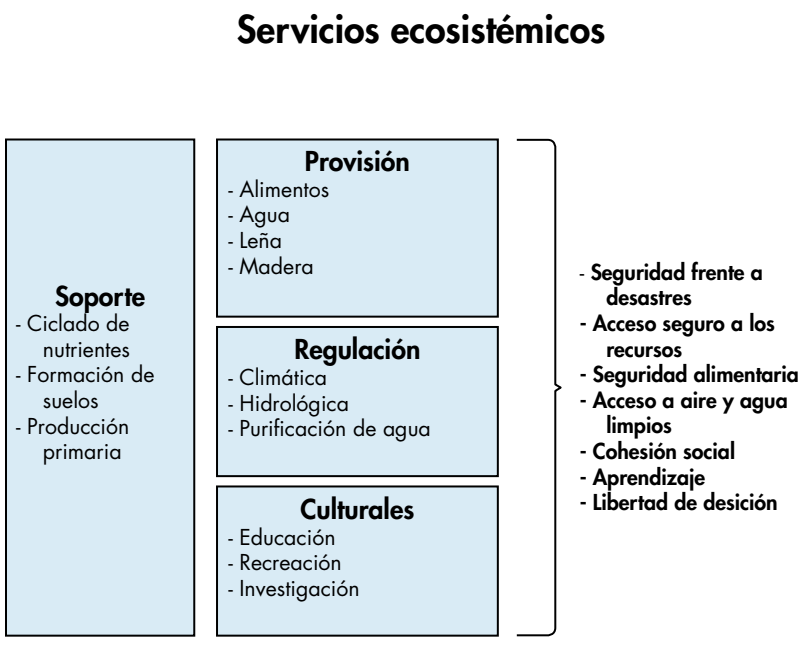


Figura 1. Relación entre los cuatro tipos de servicios ecosistémicos.

2. ¿De qué dependen y cómo se producen los servicios ecosistémicos?

Las especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas son proveedores de servicios ecosistémicos que, a través de interacciones complejas (entre éstos y con el medio abiótico), dan cuenta de un sinnúmero de beneficios tangibles e intangibles para el ser humano (Hooper *et ál.* 2005). No hay una relación 1:1 entre un servicio y un proceso ecosistémico. Por ejemplo, hay casos en los que un solo proceso puede dar cuenta de un solo servicio, y otros en los que una sola función puede sustentar la provisión de más de un servicio ecosistémico (Constanza *et ál.* 1997). De lo anterior se deriva que muchos servicios ecosistémicos pueden ser identificados a partir de cada una de las funciones de los ecosistemas, de forma tal que se puede afirmar que toda función es un servicio. Sin embargo, un servicio sólo se hace perceptible cuando la sociedad lo identifica como una transferencia neta de materia, energía o información (Piñeros y Baptiste 2006). Esto es muy importante porque la falta de reconocimiento amplia de los servicios ecosistémicos tangibles e intangibles es, en parte, lo que ha llevado a que los procesos ecosistémicos no se identifiquen como beneficios y, por lo tanto, su manejo (y gestión en general) no se hace explícito, lo que ocasiona el deterioro del sistema proveedor. En síntesis, si no se identifica el beneficio para el ser humano, no se reconoce el servicio, y entonces no se maneja el sistema proveedor dentro de los límites de su funcionalidad.

Recuadro 2. Las regiones andina y amazónica requieren mantener la conectividad hidrológica para sustentar una industria pesquera que mueve entre 100 y 200 millones de dólares por año (Barthem & Goulding 2007).

De acuerdo con estos autores, la migración permite que los peces utilicen diferentes hábitats para la alimentación, la reproducción y el desarrollo. Algunas especies como los bagres de gran tamaño se han adaptado para usar los 5.000 km de ancho de la cuenca amazónica. Los individuos más jóvenes de estas especies viven en Brasil y los adultos se reproducen en Perú, Colombia y, probablemente, en Ecuador. Las zonas de desove parecen limitarse a las estribaciones de la cordillera de los Andes. En particular, las estribaciones orientales de Los Andes están siendo colonizadas rápidamente, y las actividades mineras y agrícolas podrían estar amenazando una parte muy importante del ciclo de vida de especies de peces que sustentan industrias que producen entre 100 y 200 millones de dólares al año. Las estrategias de gestión de este tipo de servicio ecosistémico deben incluir el río Amazonas y sus afluentes, porque son las vías utilizadas por los peces migratorios para llegar a desovar a los Andes. Igualmente, es necesario tener más información sobre la ubicación de los sitios de desove, la importancia de los tributarios, y el papel crítico de los bosques inundados y de las islas flotantes en la sostenibilidad de estas pesquerías. Aunque todos estos aspectos son aún desconocidos, la información al respecto debe ser el sustento científico cuando se decide hacer represas que pueden afectar los procesos esenciales del ciclo de los peces migratorios.

Las interacciones entre los proveedores de servicios ecosistémicos y su medio abiótico, que son esenciales para la generación de los servicios ecosistémicos, pueden darse en muchas escalas espaciales. Por ejemplo, pueden tomar la forma de migraciones amplias, de miles de kilómetros, incluso entre dos biomas (Recuadro 2); o pueden darse en espacios pequeños, como en la interfaz agua-tierra. Infortunadamente, la sociedad solo percibe y reconoce el beneficio final y desconoce los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, también llamados intermedios, de los cuales depende ese resultado final. Por ejemplo, las pesquerías de los grandes bagres amazónicos dependen del proceso migratorio de estos peces para completar sus ciclos de vida y alcanzar las tallas que son usadas como alimento.

Para que un servicio ecosistémico se produzca, debe existir un proveedor con características que se relacionan, directa o indirectamente, con el proceso que es percibido y reconocido como servicio. Éstas son llamadas características funcionales o rasgos funcionales , y corresponden a características de los organismos que los vinculan con las funciones ecológicas en los ecosistemas, influyendo en la respuesta frente a las perturbaciones y en la generación de servicios ecosistémicos. En el caso de las plantas, los rasgos funcionales1 incluyen características bioquímicas, ecofisiológicas, morfológicas y demográficas (esta última en el nivel de poblaciones). En la fauna los rasgos funcionales se relacionan con el ciclo de vida, el comportamiento y la forma de alimentación (Harrington *et ál.* 2010). La expresión combinada de estas características funcionales, al interior y entre los diferentes niveles de la organización biológica, determina la generación de los servicios ecosistémicos. En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos.

Tabla 1. Ejemplos de rasgos funcionales asociados con servicios ecosistémicos específicos (de Bello *et ál.* 2001).

Organismo	Rasgo	Servicio ecosistémico
Plantas terrestres	Contenido de nitrógeno foliar Contenido de materia seca foliar	Fertilidad y circulación de nutrientes, biocontrol y producción de forraje.
	Arquitectura del dosel y raíces	Regulación climática e hidrológica, formación y estabilización del suelo, producción de fibras, control natural a desastres, circulación de nutrientes, y provisión de hábitat.
Invertebrados del suelo	Tamaño de los organismos	Circulación de nutrientes y fertilidad, estabilización y formación del suelo, y regulación hidrológica y climática.

Además de que las características funcionales de la biodiversidad se manifiestan en todos los niveles de la organización biológica, hay una relación directa entre la generación de un determinado servicio ecosistémico y ciertos atributos específicos. Por ejemplo, en una cuenca de captación la longitud de las raíces de especies leñosas se relaciona con el mantenimiento de una tasa determinada de escorrentía/infiltración. Sin embargo, para que la expresión funcional de esa característica de las raíces se manifieste, deben estar presentes otros rasgos funcionales de la fauna acompañante, como es la capacidad de ciertos microrganismos de crear los poros y las condiciones en el suelo necesarias para la función de infiltración. Esta asociación múltiple entre rasgos funcionales y procesos ecosistémicos ayuda a identificar, de manera predictiva, grupos de servicios ecosistémicos y atributos de la biodiversidad que los sustentan, en diferentes niveles tróficos, cuya evaluación es un paso importante en el monitoreo y manejo de los paisajes para balancear la generación de servicios ecosistémicos. Por lo tanto es necesario mantener los grupos funcionales como sustento de los servicios ecosistémicos.

1 También en la literatura reciben el nombre de atributo funcional cuando adquieren un valor específico (Violle *et ál.* 2007 en Casanoves *et ál.* 2011).

- **Los grupos funcionales de organismos y la diversidad de respuestas funcionales como garantes de la generación continuada de servicios ecosistémicos**

En la actualidad, está aumentando el consenso respecto a que el tipo, rango y la abundancia relativa de las características funcionales en las comunidades bióticas tienen mayor relación con el funcionamiento y los procesos de los ecosistemas, que la diversidad medida sólo como el número de especies en un área determinada (Casanoves *et ál.* 2011). Los grupos funcionales, junto con las estructuras de los ecosistemas, su condición física y química, y su interrelación con los regímenes climáticos e hidrológicos, son la base para que ocurra un sinfín de interacciones que mantienen condiciones de largo plazo. Estas condiciones influyen en las tasas de ocurrencia de los procesos ecosistémicos en diferentes escalas espacio-temporales y determinan, en parte, la provisión de servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar humano y la integridad ecológica. Los grupos funcionales y la diversidad de especies en su interior, corresponden a los conjuntos de organismos que en un sistema desempeñan funciones tales como polinización, depredación, bioerosión, fijación de nitrógeno, descomposición, generación de suelo, modificación de los flujos de agua, creación de parches para reorganización, entre otras (Luck *et ál.* 2003, Chapin *et ál.* 2009). Cada grupo funcional es diverso en especies para que la función dentro del ecosistema se dé en la frecuencia y magnitud necesarias.

En consecuencia, la diversidad de respuestas funcionales en un ecosistema equivale a la variedad de respuestas posibles ante los cambios ambientales, y está sustentada por especies que, contribuyendo a una misma función ambiental, pueden actuar bajo diferentes condiciones (Folke *et ál.* 2004). Por esta razón, aunque algunas especies parezcan redundantes para el funcionamiento durante ciertas etapas de la dinámica del ecosistema, pueden ser críticas en condiciones ambientales diferentes.

Arrecifes coralinos

El papel de los grupos funcionales y su diversidad de respuestas funcionales en la provisión de servicios ecosistémicos, está claramente ejemplificado en la dinámica de los arrecifes coralinos. En el año 2000, en el mar Caribe se estimó en US$ 3.4-4.6 billones el valor de los servicios ecosistémicos por pesquería, turismo y protección costera (Burke & Maidens 2004 en Walker & Salt 2006). Allí la provisión de estos servicios depende de la integridad ecológica del arrecife, a su vez sustentada por la diversidad de respuestas de los grupos funcionales. En buen estado, el ecosistema debería tener herbívoros que controlan la expansión de algas; cada una de estas especies con diferentes rangos de tolerancia ambiental. Esta redundancia permite el mantenimiento de la función de herbivoría frente a cambios ambientales, aun cuando algunas especies del grupo funcional desaparezcan (por ejemplo, debido a cambios de temperatura). En consecuencia, la función es mantenida no sólo por diferentes especies del mismo grupo taxonómico, que actúan como el "seguro frente al riesgo". Adicionalmente, la función de "limpieza" del arrecife, la realizan especies herbívoras de peces y erizos que, con el adecuado balance de números poblacionales, contribuyen a la integridad del arrecife, sustentando pesquerías y turismo (Burke & Maidens 2004 en Walker & Salt 2006).

La bioerosión y el raspado son otros procesos relevantes y complementarios en el arrecife. El primero es desempeñado por peces herbívoros que remueven el coral muerto, dejando expuesta la matriz para el asentamiento de nuevos reclutas que renuevan los corales. Los raspadores quitan sedimentos, facilitando el crecimiento de algas coralinas y corales duros. Otras especies limitan el sobrecrecimiento de macroalgas que pueden cubrir los corales (Burke & Maidens 2004 en Walker & Salt 2006). Cuando desaparece alguno de estos grupos funcionales (como en el caso de la sobrepesca) se pierde la capacidad de retener funciones críticas o restituirlas después de perturbaciones, como los huracanes. Los arrecifes coralinos son, por naturaleza, notoriamente resilientes frente a las perturbaciones, y han estado sometidos constantemente a huracanes y tormentas. Sin embargo, en muchas áreas del Caribe, los huracanes cada vez tienen mayores efectos irreversibles en el ecosistema (Walker & Salt 2006), debido a la combinación de características intrínsecas y afectación por perturbaciones externas.

Páramos

Las especies que caracterizan los ecosistemas andinos, como el páramo, son reconocidas por su papel regulador y depurador del agua. Estas funciones están asociadas con atributos como el biotipo, las raíces y la tasa de evapotranspiración. En la siguiente descripción Guhl (1982, p.68) hace evidente la influencia de la vegetación típica y la presencia de bacterias, algas y hongos como componentes esenciales en la depuración del agua en el suelo del páramo:

…*"los páramos tienen la importantísima función de convertir el agua lluvia en potable. La que se filtra de la lluvia hasta cierta profundidad en el suelo, sufre algunas modificaciones durante su recorrido vertical de infiltración, hasta convertirse en agua potable del subsuelo. El agua lluvia recién caída se mezcla con diversas sustancias en la capa de humus, sustancias que en su mayoría va entregando en su camino de infiltración, hasta llegar al piso inferior del suelo, donde el agua lluvia limpia, pero con una carga complementaria de sustancias minerales, pasa a formar parte del agua del subsuelo. En los decímetros superiores del suelo se descomponen los minerales, se disuelven lentamente, dejando libres ácido sílico, hierro, potasio y otras sustancias. Allí viven también bacterias, algas y hongos que se apropian de las sustancias minerales disueltas y las entregan como productos del metabolismo. Las sustancias orgánicas muertas vuelven con la ayuda del "disolvente" agua a la compleja molécula gigante de la sustancia del humus, que a su vez se disuelve en agua y se separa, en parte, en capas inferiores. También los denominados minerales arcillosos – que vuelven a formarse frecuentemente por medio de la erosión- son activos químicamente, esponjándose y absorbiendo el agua o entregándola en tiempos de sequía, junto con "pequeños" átomos o grupos de átomos tales como potasio, sodio y amonio".*

Valles de frailejones en el Parque Chingaza. Foto: F. Nieto.

La conversión del páramo a otros usos (p.e. agrícola o ganadero) modifica de manera importante la capacidad depuradora de los elementos del suelo y la biota, y altera el balance hídrico de estas áreas y, por lo tanto, su capacidad para almacenar, regular y aportar agua. Cuando se cambia la cobertura vegetal típica de los páramos, principalmente herbácea, a vegetación leñosa, hay un incremento en la transpiración e interceptación y, en consecuencia, mayor consumo hídrico y menor cantidad de agua disponible. Además, los cambios en la cobertura vegetal también afectan las propiedades del suelo y sus características hidrológicas. La materia orgánica determina, en gran parte, estas propiedades y facilita la formación de agregados estables con gran cantidad de microporos que son esenciales para la retención del agua (Farley *et ál*. 2004). Igualmente, en los humedales de montaña el cambio en la vegetación de la interfaz agua-tierra afecta funciones de depuración y regulación importantes (Recuadro 3).

Recuadro 3. La conectividad en la interfaz tierra-agua sustenta conexiones funcionales críticas para la provisión de agua limpia.

En los humedales de montaña, la ruptura de la conexión entre el borde natural de los ecosistemas acuáticos y el entorno terrestre altera funciones específicas que confieren al ecosistema capacidad de respuesta frente a cambio climático. Dos importantes funciones que pueden alterarse y perderse son: 1) *pérdida de la capacidad de depuración del agua*, antes que llegue al ecosistema. La vegetación de borde, al igual que la vegetación leñosa que se encuentra en la cuenca de captación de los humedales, cumple la doble función de depuración de contaminantes y de filtración de sedimentos. Si se conservan las orillas naturales de los humedales se preserva una red de filtros, desde muy gruesos (en la cuenca) a muy finos (vegetación palustre y lacustre) en el borde y dentro del agua. Estos filtros contribuyen a garantizar la disminución del aporte de sedimentos y sustancias contaminantes. Además, las cuencas ganaderas y agrícolas con mayores intervenciones humanas son ricas en nutrientes exógenos, especialmente fósforo, que al tener concentraciones mayores de las que el ecosistema puede depurar, se verán afectados por los síntomas de la eutrofización; 2) *pérdida de la capacidad de atenuación de la velocidad con que el agua llega al humedal*. La fuerza con la que llega el agua puede acarrear daños estructurales (físicos) importantes para otras funciones o procesos de los humedales. En particular en los humedales de alta montaña, la torrencialidad, exacerbada por cambios en los patrones climáticos, en sinergia con la condición intrínseca propia de inestabilidad.

- **La expresión de los rasgos funcionales de la biodiversidad, que sustentan los servicios ecosistémicos, depende del contexto ecosistémico y de su estado**

Los ciclos de cambio de los ecosistemas son parte de su dinámica natural y no solo están sustentados por procesos climáticos, hidrológicos y biogeoquímicos, sino también por su estructura física y forma, y por las diversas escalas espaciales que determinan la ocurrencia de estos procesos (Recuadro 4). Por ejemplo, el borde natural de los humedales permite la conectividad en la interfaz agua-tierra, que es una condición indispensable para el desarrollo de las primeras etapas de muchas especies que son recurso alimenticio y económico. Se trata de un servicio ecosistémico de provisión de alimentos para las pesquerías, cuya pérdida conlleva a la pérdida de procesos de regulación, que después deben ser remplazados, de manera artificial, con grandes inversiones económicas, que generalmente exceden el costo de lo que hubiera sido necesario invertir para manejar adecuadamente el ecosistema.

La provisión de agua limpia es otro servicio ecosistémico que, a menudo, se pierde por las intervenciones humanas, y que debe ser remplazado de manera artificial. En los humedales de montaña la calidad y cantidad adecuadas de agua en la parte baja dependen de estructuras y procesos ecológicos en toda la cuenca de captación, y en diversas escalas, en donde intervienen diversos grupos de organismos.

La cobertura arbórea influye en la captación de la lluvia, al mismo tiempo que ejerce un efecto de atenuación de la fuerza con la que llega el agua al suelo en circunstancias de torrencialidad. La flora del sotobosque contribuye al proceso combinado de infiltración y escorrentía, lo cual ayuda a garantizar las fluctuaciones (hidroperíodo) y la cantidad de agua en la parte baja de la cuenca. Los microrganismos y macroinvertebrados del suelo intervienen en la adecuación del suelo para que el agua se infiltre. La materia orgánica actúa como una biomembrana que filtra contaminantes, ayuda a conservar la estructura del suelo y contribuye a la retención del agua (Lal 2004, Lal *et ál.* 2007). Igualmente, en la parte baja de la cuenca los acuíferos influyen en la cantidad de agua disponible. Finalmente, cuando el agua llega a la parte baja las macrófitas acuáticas actúan como una red de filtros de diferente "ojo de malla", que continúa con el proceso de depuración iniciado aguas arriba, influyendo también en la retención del agua dentro del humedal y en la tasa de evapotranspiración. Si alguno de estos procesos es suprimido, es necesario invertir en sistemas artificiales en la parte baja, para compensar la función que se perdió en el recorrido del agua.

Recuadro 4. En la generación de un servicio ecosistémico son relevantes muchas escalas espaciales.

En el nivel de comunidad, los atributos composición y abundancia de organismos que llevan a cabo determinadas funciones dentro del ecosistema, influyen en la dinámica de generación de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la comunidad de organismos que contribuyen a descomponer la materia orgánica, o los que filtran nutrientes y atrapan sedimentos para que el agua permanezca en calidad óptima; los organismos que crean poros en el suelo, haciendo posible el ciclado de nutrientes; o los que crean estructuras físicas determinantes de los niveles necesarios de conectividad entre hábitats similares, como las especies creadoras de arrecifes, o las especies que en los bosques se desarrollan en *contínuums*, a lo largo de gradientes altitudinales, permitiendo la ocurrencia de procesos dependientes de esta variación y continuidad.

Proteger el camino del agua para que llegue en condiciones óptimas de calidad, cantidad y periodicidad al sitio donde se percibe el servicio ecosistémico de *agua pura* para consumo humano, puede requerir la articulación de múltiples estrategias. En este contexto, las áreas protegidas del nivel nacional y regional, articuladas a través de un sistema donde se combinan acuerdos de conservación, normas de caudal ecológico y sitios Ramsar para proteger el acuífero, entre otros, garantizarían la diversidad funcional, los procesos ecológicos, las estructuras físicas y las características químicas para obtener agua limpia, y evitarían grandes inversiones de dinero.

Río Guatapurí, Valledupar. Foto: C. Fonseca.

3. ¿Cómo se ve afectada la prestación de servicios ecosistémicos por la alteración de la biodiversidad y de los procesos ecológicos?

"La base para la resiliencia de los sistemas sociales y ecológicos es el uso sostenible de los servicios ecosistémicos sin comprometer un servicio vital cuando se usa o aprovecha otro" (Schroter 2009, p. 106). Esta afirmación es la base del concepto de sostenibilidad, definido por Thrush & Dayton (2010) como la viabilidad a largo plazo en el uso de los servicios ecosistémicos, sin la consecuente degradación de la biodiversidad y de los valores que de ella se derivan. De acuerdo con Schroter (2009), hay tres causas principales del manejo no sostenible de los servicios ecosistémicos, que pueden manifestarse de manera simultánea en el mismo territorio: i) los servicios ecosistémicos no son reconocidos, ni identificados; ii) se maximiza y se da prioridad a un servicio ecosistémico particular en detrimento de otros, y no se consideran su impacto en la funcionalidad total del ecosistema; iii) se usa un servicio ecosistémico de manera no sostenible porque se requiere satisfacer una necesidad inmediata y vital, y no hay otra opción o alternativa.

Se ha planteado que la prestación de servicios ecosistémicos de provisión disminuye hasta desvanecerse, en la medida que el sistema biofísico pierde integridad ecológica en el continuum de situaciones de influencia humana (y debido a la sinergia de los efectos de esta influencia con las perturbaciones naturales). En esta trayectoria el ecosistema pasa por etapas de máxima producción, en parte gracias a la capacidad humana de controlar las posibles perturbaciones que disminuyen la productividad (como la adición de agroquímicos para aumentar la producción y evitar enfermedades) (Figura 2).

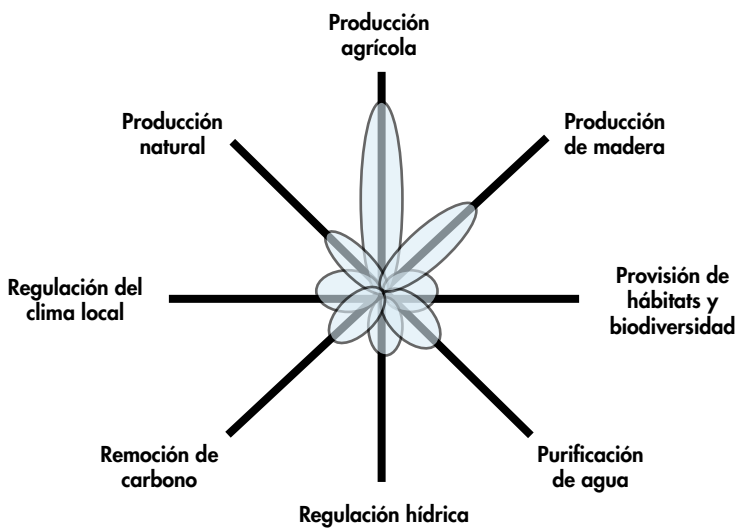


Figura 2. Representación del desbalance entre servicios ecosistémicos en un territorio. Cada pétalo de la flor representa un servicio ecosistémico sustentado en un territorio por la biodiversidad; el tamaño del pétalo significa la magnitud de la generación del servicio. En el caso que ilustra la figura, la producción agrícola es el servicio que predomina en detrimento de otros; se da prioridad a un solo servicio, mientras que los otros se ven limitados e incluso suprimidos (modificado de Gordon *et ál.* 2010).

Después de un estado de máxima producción son comunes las situaciones en las cuales los cambios incrementales en el sistema llevan a la transformación irreversible y, por lo tanto, a la imposibilidad para proveer servicios ecosistémicos en la magnitud y frecuencia necesarias (Figura 3). Por ejemplo, la memoria de la eutrofización en los ecosistemas acuáticos puede ser permanente (irreversible), o de muy largo plazo, y solamente reversible si hay reducción masiva del aporte de fósforo (P) durante muchas décadas, e incluso en plazos mayores. Esta reducción favorece los ciclos internos del P en el ecosistema y su acumulación en el sedimento del fondo, disminuyendo así los síntomas de la eutrofización. Sin embargo, la reducción del aporte de P a un lago implica decisiones mayores, de mediano y largo plazo, relacionadas con los sistemas agropecuarios y su productividad en las cuencas de captación de los humedales (Mac Donald & Bennett 2009).

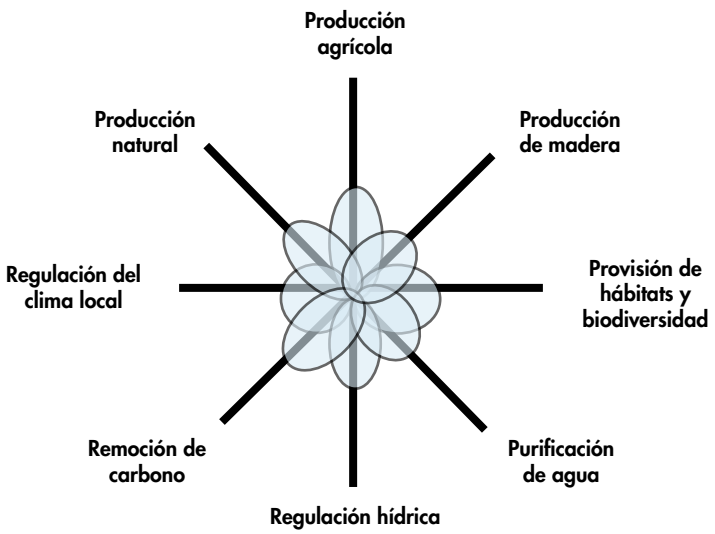


Figura 3. Colapso de servicios ecosistémicos por el desbalance en su uso en un territorio. Todos los servicios ecosistémicos disminuyen después de un estado de máxima producción agrícola; los cambios incrementales en el sistema llevan a la transformación irreversible y a la imposibilidad para generar todos los servicios en magnitud y frecuencia necesarias (modificado de Gordon *et ál.* 2010).

En teoría, la situación ideal sería la de territorios multifuncionales (Figura 4), donde se generen todo tipo de servicios ecosistémicos, de manera balanceada y en el largo plazo, para una multiplicidad de actores sociales (Taylor & Johnston 2009). Sin embargo, la demanda creciente de la sociedad, el estado actual del territorio y los impulsores del cambio ambiental limitan o impiden escenarios de este tipo. Por esta razón, es necesario considerar las posibles situaciones que ocasionan los intereses contrapuestos (en inglés *trade-offs*) en la generación y el flujo de servicios ecosistémicos, para tomar decisiones de manejo informadas y conscientes de las posibles pérdidas ecológicas y culturales que conlleva privilegiar algún servicio ecosistémico.

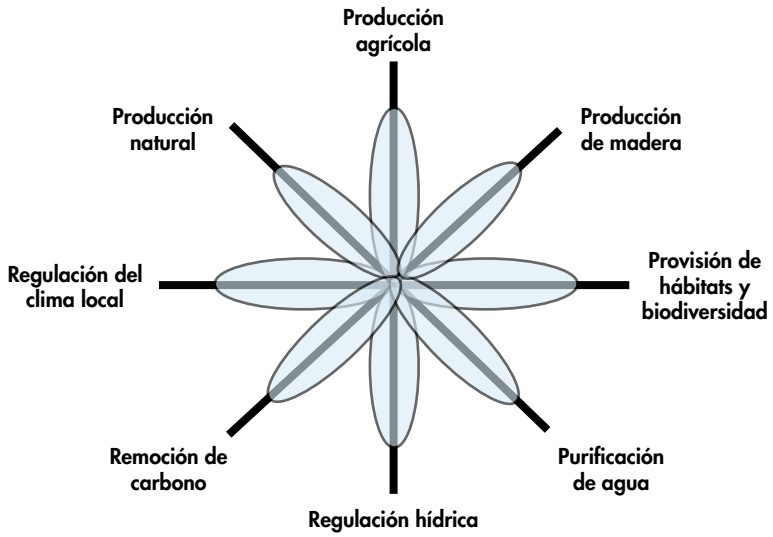


Figura 4. Situación ideal en la provisión balanceada de múltiples servicios ecosistémicos en un territorio, para una diversidad de actores sociales relevantes (modificado de Gordon *et ál.* 2010).

4. ¿Cómo puede contribuir la investigación al sustento y la generación de los servicios ecosistémicos?

La integración de las ciencias económicas y ecológicas en un sistema de soporte de decisiones operativo está identificada en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) como una estrategia crítica para la conservación y la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos. La naturaleza holística del concepto de servicios ecosistémicos permite avanzar en este objetivo, siendo la investigación uno de los componentes esenciales para generar conocimiento, con base en el cual tomar decisiones ajustadas y sustentadas sobre el manejo de los servicios ecosistémicos. En este contexto, un sistema de soporte de decisiones debe contribuir a identificar la dirección de la trayectoria de los sistemas ecológicos y sociales, como resultado de la dinámica de uso de los servicios ecosistémicos. La creación de un sistema tal requiere el desarrollo de investigaciones con los siguientes objetivos:

- **Identificar los servicios ecosistémicos.** Aunque este aspecto parece simple y obvio, constituye una de las causas de mayor desajuste en la gestión (dinámica de la generación de servicios ecosistémicos, su uso y la institucionalidad necesaria para el manejo) que lleva, en el mediano y largo plazo, a la disminución y el agotamiento de los servicios. Uno de los principales retos consiste en identificar los servicios que no tienen valor en el mercado (servicios intermedios), pero que son esenciales para la generación de los que si lo tienen.

- **Identificar los elementos estructurales y funcionales que determinan la provisión de los servicios ecosistémicos.** Se relaciona con el punto anterior y busca establecer, de manera explícita, cuáles elementos de la biodiversidad (estructurales y funcionales) determinan la generación de servicios ecosistémicos. Para esto es necesario conocer las características funcionales de los proveedores, cuál es el contexto ecosistémico óptimo para la expresión de estos rasgos funcionales y cómo es la interacción entre los mismos.

- **Identificar la escala de generación.** Muchos servicios ecosistémicos requieren de múltiples escalas espaciales y temporales para su generación y mantenimiento lo cual depende de la dinámica y el funcionamiento ecosistémico. La identificación de la escala contribuye al objetivo de ajuste o alineación entre la dinámica de generación de servicios ecosistémicos y la institucionalidad necesaria para su gestión.

- **Identificar la escala de aprovechamiento.** La escala de aprovechamiento y generación de los servicios ecosistémicos puede ser diferente, y esto puede llevar a que se desvanezca la percepción o reconocimiento, por parte de los beneficiarios (usuarios) de estos servicios, sobre las escalas espacio-temporales requeridas para obtener el beneficio. Lo anterior tiene implicaciones en la identificación de servicios ecosistémicos intermedios y finales.

- **Identificar los beneficiarios (usuarios).** Es necesario identificar quiénes (en un territorio, paisaje o ecosistema particular) usan los servicios, cuál es su grado de dependencia de los mismos y cómo es la dinámica acoplada de este uso. Estos aspectos toman especial relevancia a partir del reconocimiento de que en el proceso de generación de un servicio ecosistémico (como puede ser agua limpia) suceden innumerables pasos intermedios (otros procesos), que en sí mismos constituyen servicios ecosistémicos para actores diferentes de los que se benefician del servicio "final".

- **Identificar las interacciones** físicas/ecológicas y socioeconómicas que ocurren entre la generación y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, porque su demanda y oferta operan e interactúan en diferentes escalas.

- **Identificar las situaciones de intereses contrapuestos (***trade-offs***)** que subyacen a la generación de los servicios ecosistémicos y sobre los cuales es necesario decidir para orientar la trayectoria. Al respecto, la complejidad aumenta porque cada vez es más difícil decidir qué es lo que se debería privilegiar en un territorio. Esto se debe, en parte, a que el estado de transformación de los paisajes los aleja de la posibilidad de que sean multifuncionales (Figura 4., Flor situación tipo 4); así como a las demandas crecientes de la sociedad. Los intereses contrapuestos no sólo están en función de los aspectos ecológicos de la generación de los beneficios para el ser humano, sino que también se refieren a los aspectos sociales y actores que intervienen en la generación de servicios ecosistémicos y su aprovechamiento.

- **Conocer los determinantes de los cambios, la disminución y el colapso de los servicios ecosistémicos.** Se trata de entender cómo están siendo afectados los servicios ecosistémicos por los diferentes determinantes del cambio ambiental, y desarrollar herramientas para predecir cómo estos cambios pueden afectar la provisión de servicios ecosistémicos en el futuro.

En la medida que un sistema social intervenga sobre las variables estructurantes de cambio lento de un sistema ecológico, su dinámica se puede ver alterada más allá de los límites que le permiten reorganizarse, ocasionando la disminución de los servicios ecosistémicos.

- Mapear los servicios ecosistémicos y evidenciar las zonas amenazadas por la transformación y el cambio. El mapeo se ha propuesto como herramienta de importancia mayor para el monitoreo de la trayectoria de los servicios ecosistémicos (hay avances importantes en Schroter *et ál*. 2005 y Schroter & Metzger 2006). El mapeo permite ubicar espacialmente las asociaciones de múltiples servicios ecosistémicos, los elementos del sistema biofísico que los sustentan, y los beneficiarios intermedios y finales, entre otros aspectos. Además, si se conocen los determinantes del cambio ambiental en el territorio cartografiado, el análisis combinado de la ubicación de los servicios y las intervenciones con el potencial para afectar su generación y mantenimiento permite obtener mapas ajustados de vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos (p.e. frente a cambio climático) para tomar mejores decisiones.

5. ¿Cual es el papel de los sistemas de áreas protegidas en el sustento y la generación de los servicios ecosistémicos?

La trayectoria no sostenible de intervención de la base biofísica demanda un cambio urgente en las relaciones humanas con el ambiente y los sistemas de soporte del funcionamiento del planeta (Chapin *et ál*. 2010). Se requieren estrategias diferentes a las convencionales, que alejen a los territorios de los umbrales del cambio irreversible para que puedan mantener la dinámica y las funciones biológicas, químicas y físicas que determinan la provisión, en el largo plazo, de los servicios ecosistémicos. En este contexto, los sistemas de áreas protegidas y las estrategias acompañantes para la gestión de la biodiversidad se han propuesto como esenciales para mantener la funcionalidad de los territorios, porque podrían incluir todas las escalas espaciales relevantes que sustentan los elementos estructurales, y los mecanismos y las dinámicas necesarias para la generación de servicios ecosistémicos.

En particular, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) incorpora un amplio rango de tipos y tamaños de unidades de manejo, desde poblaciones de especies particulares a grupos funcionales y ensamblajes de especies, que se requieren para sustentar la generación de servicios ecosistémicos y su flujo hacia la sociedad (Recuadro 5). Bajo un esquema ideal, se deben involucrar diferentes figuras de conservación y estrategias acompañantes, para la protección de los servicios ecosistémicos, incluyendo los hidrológicos. Esto contribuye a mantener los servicios ecosistémicos, en la frecuencia y magnitud requeridas, en los escenarios de cambio ambiental (Figura 5). La naturaleza "trabaja en red" para mantener procesos ecosistémicos que son garantes de los servicios ecosistémicos; por lo tanto, la respuesta de gestión de la sociedad debe ser también en red.

Recuadro 5. El enfoque de servicios ecosistémicos amplía la escala de la conservación y el manejo.

La principal diferencia entre las aproximaciones tradicionales de conservación y el enfoque de los servicios ecosistémicos es la unidad de manejo. Mientras que las primeras oscilan entre la protección de poblaciones de especies particulares o hábitats completos, el segundo plantea la incorporación de un amplio rango de tipos y tamaños de unidades de manejo, que van desde poblaciones de especies particulares a grupos funcionales y ensamblajes de especies, y su dinámica en el tiempo (Haslett *et ál.* 2009). Las áreas protegidas, articuladas de manera funcional en un territorio, son fundamentales para mantener esta red de especies, hábitats, poblaciones y ecosistemas que se requieren para sustentar la generación de servicios ecosistémicos y su flujo hacia la sociedad.

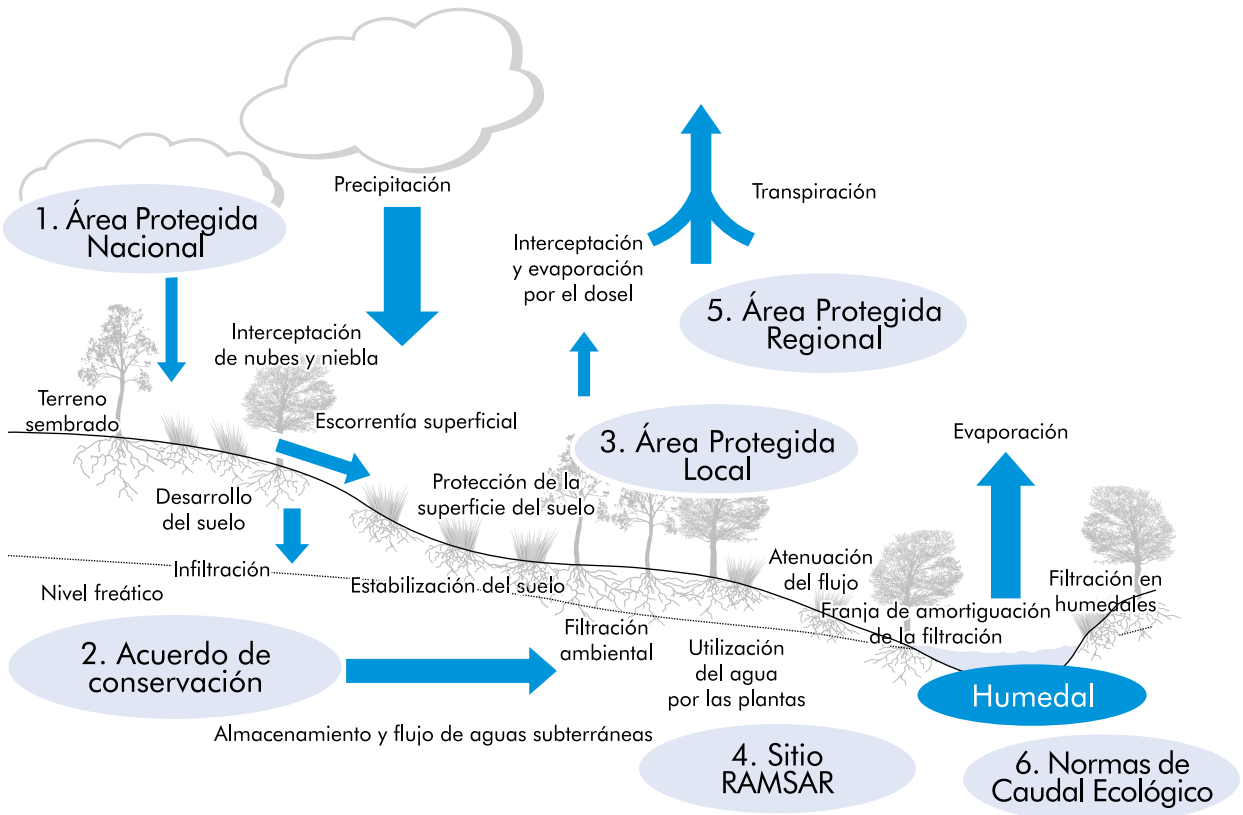


Figura 5. Esquema idealizado (adaptado de Brauman *et ál.* 2007) sobre estrategias de conservación combinadas en un territorio para mantener los servicios ecosistémicos intermedios y finales, que garantizan la provisión de agua, en cantidad y calidad óptimas, generadas en un humedal. En la zona alta, (1) un **ÁREA PROTEGIDA NACIONAL** contribuiría a preservar áreas de bosque y páramo donde se almacena y regula agua; (3) un conjunto de **ÁREAS PROTEGIDAS LOCALES** en la cuenca media, por ejemplo **RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL**, serían esenciales para conducir el agua a través de ecosistemas en los cuales se lleva a cabo la filtración del agua y su purificación; (5) un **ÁREA PROTEGIDA REGIONAL**, creada para conservar bosques, ayudaría al proceso de la interceptación de niebla y de la lluvia transportada por el viento (precipitación horizontal); (4) un **SITIO RAMSAR** para conservar el acuífero donde se recarga y almacena agua subterránea; (2) un **ACUERDO DE CONSERVACIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS** con las comunidades locales, buscando prácticas de labranza mínima y protección de nacederos, ayudaría a mantener la tasa de infiltración/escorrentía necesaria para contribuir en la recarga subterránea y; (6) unas **NORMAS DE CAUDAL ECOLÓGICO** garantizarían la permanencia suficiente de agua del humedal, para que mantenga atributos como el hidroperíodo, necesario para el ciclo de vida de la ictiofauna que puede sustentar pesquerías locales.

Bibliografía

Barthem R. y M. Goulding. 2007. Un ecosistema inesperado. La Amazonía revelada por la pesca. 242p.

Brauman K., G.C. Daily, T.K. Duarte & H.A. Mooney. 2007. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. Annu. Rev. Environ. Resour. 32:67-98.

Carpenter S., H. Mooneyb, J. Agardc, D. Capistranod, R. DeFriese, S. Díaz, T. Dietzg, A. Duraiappahh, A. Oteng-Yeboahi, E. Pereiraj, C. Perringsk, W. Reidl, J. Sarukhanm, R. Scholesn, & A. Whyteo. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment 106(5):1305-1312.

Casanoves F., L. Pla y J. Di Rienzo (Eds.). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Serie técnica, Informe técnico no. 384. Catie. San José, Costa Rica. 84p.

Chapin F.S., S.R. Carpenter., G.P. Kofinas, C. Folke, N. Abel, W.C. Clark, P. Olsson, D. Stafford, B. Walker, O. Young, F. Berkes, R. Biggs, J. Morgan, R. Naylor, E. Pinkerton, W. Steffen & F. Swanson. 2010. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. Trends in ecology & Evolution 25(4):241-9.

Constanza R., R. D´Arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O´Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton & M. Belt. 1997. The value of the world´s ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260.

de Bello F., S. Lavorel, S. Díaz, R. Harrington, J. Cornelissen, R. Bardgett, M. Berg, S. Díaz & M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution 16(11):646-655.

Farley K.A., E.F. Kelly & R.G. Hofstede. 2004. Soil organic carbon and water retention after conversion of grassland to pine plantations in the Ecuadorian Andes. Ecosystems 7:729-739.

Folke C., S. Carpenter, B. Walter, M. Scheffe, T. Elmqvist, L. Gunderson & C.S. Holling. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. Annu. Rev. Ecol. Syst. 35:557-581.

Gates S. 2002. Review of Methodological of quantitative reviews using meta-analysis in ecology. Jornal of Animal Ecology 71(4):547-557.

Gordon L., C.M. Finlayson & M. Falkenmark. 2010. Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. Agricultural Water Management 97:512-519.

Guhl E. 1982. Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Litografía Arco. Bogotá, Colombia. 127p.

Gunderson L. & C.S. Holling. 2002. Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems. Ed. Island Press. Washington D.C.,USA. 507p.

Halffter G. y C. Moreno. 2005. Pp. 5-18. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. *En*: Halffter G., J.P. Soberón, A. Koleff & A. Melic (Eds.). Sobre diversidad biológica: significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio. Zaragosa, España.

Harrington R., C. Anton, T. Dawson, F. de Bello, C. Feld, J. Haslett, T. Kluva´nkova-Oravska, A. Kontogianni, S.G. Lavorel, A. Rounsevell, M. Samways, J. Settele, M. Skourtos, J.M. Spangenberg, M. Vandewalle, M. Zobel & P. Harrison. 2010. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. Biodiversity and Conservation 19:2773-2790.

Haslett J., P. Berry & M. Zobel. 2009. European habitat management strategies for conservation: Current regulations and practices with reference to dynamic ecosystems and ecosystem service provision. The RUBICODE PROJECT. http://www.rubicode.net/rubicode/RUBICODE_Review_on_Habitat_Management. pdf.

Holling C.S. 1998. Two cultures of ecology. *Conservation Ecology* [online] 2(2):4. URL: http://www.consecol.org/ vol2/iss2/art4/.

Hooper D.U., F.S Chapin, J.J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti, S. Lavorel, J. Lawton, D.M. Lodge, M. Loreau, S. Naeem, B. Schmid, Il Setala, A.J. Symstad, J. Vandermeer & D.A. Wardle. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological monographs 75(1):3-35.

Lal R., R.F. Follet, B.A. Stewart & J.M. Kimble. 2007. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. Soil Science 172:943-956.

Lal R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1623-1627.

Luck G.W., G.C. Daily & P.R. Ehrlich. 2003. Population diversity and ecosystems services. Trends Ecol. Evol. 18:331-336.

Mac Donald G. & Bennett E. 2009. Phosphorus accumulation in Saint Lawrence river watershed soils: a century-long perspective. Ecosystems 12:621-635.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Vol. 1. World Resources Institute. Washington D.C., USA.

Piñeros A.M. y L.G. Baptiste. 2006. Los bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por la biodiversidad a los sistemas de producción. Revista Ambiente y Desarrollo 17-18:41-65.

Schroter D. 2009. Our vulnerability to changes in ecosystem services. Pp. 97-114. In: Patt A., D. Schroter, R. Klein & A. De La Vega (Eds.). Assessing vulnerability to Global environmental change. Making research useful for adaptation decision making and policy. Earthscan. London, UK. 258p.

Schroter D. & M. Metzger. 2006. Towards a spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of environmental change in Europe. Reg. Environ. Change 6:201-216.

Schroter D., C. Polsky & A. Patt. 2005. Assessing vulnerabilities to the effects of global change: an eight steps approach. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 10:573-596.

Taylor S. & D. Johnston. 2009. Creating multifunctional landscapes: how can the field of ecology inform the design of the landscape? Front. Ecol. Environ. 7(4):212-220.

Thrush S. & P. Dayton. 2010. What can ecology contribute to ecosystem-based management. Annu. Rev. Mar. Sci. 2:419-41.

Walker B. & D. Salt. 2006. Resilience thinking. Sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press. Washington D.C., USA. 165p.

Estudio de caso 5

Los servicios ecosistémicos en el Corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque[1]

Ana Milena Piñeros Quiceno[2] y Lorena Franco Vidal[3]

2 Consultora independiente.
3 Investigadora de la Fundación Humedales

Introducción

Desde los años 70 se denominan como servicios ecosistémicos aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (ecológico, cultural o económico) directo o indirecto. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2003, 2005) los define como los *"beneficios que obtiene la gente de los ecosistemas"* y su estudio ha ido cobrando relevancia como forma de aproximarse a los sistemas socioecológicos y de hacer explícito el vínculo entre la biodiversidad y el bienestar humano.

Se analizaron los servicios ecosistémicos del Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, localizado en los departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca, en la vertiente occidental de la cordillera Oriental. Para esto se empleó la tipología de clasificación de los servicios ecosistémicos propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), que los divide entre servicios de provisión, regulación, soporte y culturales, y se realizó una revisión de información secundaria sobre investigaciones adelantadas en la zona de estudio. Se hizo énfasis en el análisis de los ecosistemas y las escalas espaciales en las que es proporcionado, el beneficiario y la escala espacial en la que es percibido, y por último, los elementos estructurales y funcionales que soportan el servicio estudiado.

Los servicios ecosistémicos de provisión en el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque

Entre los servicios ecosistémicos de provisión es importante resaltar para el corredor, el suministro de madera por los bosques andinos, subandinos y las plantaciones forestales. Sánchez (2009) valoró económicamente la madera en pie en el corredor para unidades de paisaje de bosques andinos y subandinos, e identificó un grupo de nueve especies maderables como potenciales para ser manejadas

1 Consultoría adelantada en el marco del proyecto "Análisis de vulnerabilidad frente a cambio climático global y cambio ambiental en los Andes orientales de Colombia, Corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque". Fundación Natura. Noviembre de 2009.

Roble. Foto: F. Nieto.

teniendo en cuenta su representatividad e importancia ecológica. Según las conclusiones de su investigación, las especies maderables con mayor volumen comercial son *Quercus humboldtii* para madera valiosa, y *Alchornea* sp. para madera ordinaria. Para la primera especie el autor calculó que su valor económico oscila entre los seis y los ocho millones de pesos por hectárea, con base en precios del año 2008.

Los beneficiarios principales de la madera como servicio ecosistémico son los pobladores rurales en la escala local, y las especies que sustentan la provisión de este servicio, según Sánchez (2009), son las siguientes: *Alfaroa colombiana, Clusia* sp. y *Billia rosea* (madera ordinaria), *Colombobalanus excelsa, Hieronyma* sp., *Ocotea* sp. y *Podocarpus* sp., (madera valiosa). No obstante, la Fundación Natura (2008) incluye las especies de C*arapa cf. guianensis, Cedrela montana, Juglands neotropica, Alfaroa williamsii, Virola* sp., *Compsonuera* sp., *Alzatea verticilata, Alchornea cf. grandiflora, Tabeuia cryshanta, Sterigmapetalum tachirense, Billia rosea y Dacryodes* sp., entre otras.

El uso, el consumo y la forma de recolección de la leña en el corredor han sido documentadas por Ocaña (2005) para las veredas Canadá, Patios Bajos y Patios Altos, del municipio de Encino (Santander), con vegetación principalmente de *Quercus humboltii*, que se encuentra en un nivel alto de fragmentación. La leña es un servicio ecosistémico altamente aprovechado y utilizado por los campesinos de la zona. Una familia consume en promedio 119,4 kg a la semana, con un consumo per cápita de 2,9 kg/día, y anual de 6,2 toneladas/familia. Las fuentes proveedoras de este servicio ecosistémico son principalmente los bosques de roble, los potreros, las plantaciones de maderas exóticas, las tierras en barbecho y los rastrojos. En términos porcentuales, el bosque de roble proporciona el 90% de leña a la semana,

mientras que los potreros y las tierras de barbecho proporcionan el 10% restante (Ocaña 2005).

Los beneficiarios de la leña se ubican en la escala local de las zonas rurales, en el área de influencia directa de los sitios de donde es extraída, y se utiliza especialmente con fines domésticos. Sánchez (2009) calculó que las personas ahorran alrededor de $638.750,17 pesos/año al hacer uso de este servicio ecosistémico. Los elementos estructurales que sustentan la provisión de este servicio ecosistémico, según Ocaña (2005), son 27 especies entre árboles y arbustos del municipio de Encino.

Los estudios sobre productos forestales no maderables (PFNM) y sus principales usos, son escasos en el corredor (González y López 2009). La Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2007) define los PFNM como *"bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques"*; entre estos se incluyen semillas comestibles, hongos, frutos, fibras, resinas y gomas. Algunos de los estudios realizados en la zona incluyen los trabajos adelantados por Vargas (2003 en Vargas 2008), quien identificó las plantas utilizadas por las comunidades de Encino (Santander); Hernández y Crespo (2009) que caracterizaron los PFNM e identificaron sus usos tradicionales en las veredas El Ajizal del municipio de Moniquirá y la vereda Carare del municipio de Togüí (Boyacá); y González y López (2009) quienes identificaron los PFNM y sus usos en las veredas Patios Altos y Canadá del municipio de Encino, y Batán y Ture del municipio de Coromoro (todos en Santander).

Hernández y Crespo (2009) encontraron en total 182 especies proveedoras de PFNM en Boyacá, correspondientes a 53 familias botánicas, siendo las más representativas *Asteraceae*, *Lamiaceae* y *Melastomataceae*. González y López (2009) registraron un total de 279 especies, de las cuales 150 (53%) pertenecen al municipio de Encino, distribuidas en 52 familias, siendo las más representativas *Asteraceae* y *Solanaceae*; y para el municipio de Coromoro encontraron 129 especies (47%), distribuidas en 43 familias, siendo *Melastomataceae* y *Solanaceae* las más representativas.

Para Hernández y Crespo (2009), los beneficiarios de este servicio son los pobladores locales, ubicados principalmente en áreas rurales, cuya base de subsistencia son las actividades agropecuarias, con pequeños excedentes de producción comercializados localmente, los cuales no generan los ingresos suficientes para satisfacer las necesidades básicas de los pobladores. González y López (2009) señalan que la distancia y dificultad de acceso a centros de salud lleva a que el principal uso dado a los PFNM en el corredor sea el medicinal.

También la fauna ha sido reconocida históricamente como un servicio de gran importancia para los pobladores campesinos del corredor. En la actualidad, aunque la subsistencia de los habitantes del corredor no depende directamente de la cacería, esta actividad es un complemento importante para su seguridad alimentaria, amenazada por los altos niveles de pobreza, los ingresos bajos y las dietas con poca proteína animal (Vargas 2008). En los municipios de Onzaga (vereda Vegas de Padua), Encino (veredas La Chapa y Rionegro) y Mogotes (vereda Cerro Negro Alto), en bosques andinos, altoandinos, subandinos, pastizales, páramos, pajonales y arbustales, Vargas (2008) encontró que los animales de caza preferidos son el tinajo peñero (*Cuniculus taczanowskii*), el armadillo (*Dasypus*

novemcinctus), el tinajo aguatero (*Cuniculus paca*) y el picur (*Dasyprocta punctata*). Los beneficiarios de la fauna, según señala la autora, son los pobladores locales que realizan la cacería principalmente por afición y deporte, y en menor medida por consumo. Estos actores tienen un amplio conocimiento sobre la fauna silvestre, su relación con los cultivos y los distintos usos ergológicos, medicinales, religiosos, simbólicos y estéticos.

Los servicios ecosistémicos de regulación en el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque

El conocimiento sobre los servicios ecosistémicos de regulación del corredor es menor que el que se tiene sobre los de provisión. Estos servicios se relacionan con la capacidad de los ecosistemas de regular procesos ecológicos esenciales que sirven de soporte de la vida (De Groot *et ál.* 2002).

En cuanto al servicio ecosistémico de regulación hídrica, los bosques del corredor tienen influencia directa en 28 cuencas, conformadas por cerca de 350 drenajes naturales para Santander y 150 para Boyacá. Este total de cuencas cubre un área de 342.629 ha, entre las que se destacan las cuencas de los ríos La Rusia, Virolín, Pómeca, Arcabuco, Tolota, Ture y Oibita (Fundación Natura 2008).

Bastidas (2009) cuantificó y valoró económicamente el servicio de regulación hídrica provisto por el bosque de roble en la cuenca del río Guacha, municipio de Encino (Santander). Con base en información secundaria sobre el contenido de agua en el suelo en áreas con cobertura dominadas por roble, determinó que la regulación hídrica de éste es de 1,07 $e^{-6}m^3$/año y el valor de este servicio ecosistémico es de $0,72 pesos colombianos/$m^3$/ha. Esto representa, para el total de cobertura estimada de 1.177,3 ha, un valor total de $849,91 pesos colombianos/m^3.

Los servicios ecosistémicos culturales en el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque

Finalmente y con relación a los servicios ecosistémicos culturales, entendidos como los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas por medio del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión y la recreación, entre otros, el corredor es una zona en la que se preservan muchos elementos del patrimonio cultural, cuya riqueza está determinada por la diversidad geográfica, la complejidad ambiental y los distintos procesos de ocupación histórica de la región (Solano *et ál.* 2005 en Fundación Natura 2009). En el corredor hay áreas protegidas como el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, y el Santuario de Fauna y Flora de Guanentá-Alto Río Fonce, reservas privadas como la Reserva Natural Cachalú (Fundación Natura-Encino y Charalá) y la de Rogitama (Roberto Chavarro-Arcabuco), de gran importancia en actividades ecoturísticas.

Bibliografía

Bastidas D. 2009. Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica del bosque de roble en la cuenca del río Guacha, Encino-Santander, Colombia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Asunción. Asunción, Paraguay. 7p.

De Groot R.S., M.A. Wilson & R. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41:393-408.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio-Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Vol. 1. World Resources Institute. Washington D.C., USA. 916p.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio-Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and human well-being: A Framework for assessment. World Resources Institute. Island Press. Washington D.C., USA. 245p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. Trade measures-tools to promote the sustainable use of NWFP?. An assessment of trade related instruments influencing the international trade in non-wood forest products and associated management and livelihood strategies. Rome, Italy. 145p.

Fundación Natura. 2009. Diagnóstico del bosque de robles. Documento sin publicar. Bogotá, Colombia. 78p.

Fundación Natura. 2008. Avances para la definición de una estrategia de conservación y usos sostenible de los bosques de roble en jurisdicción de CAS y Corpoboyacá. Concepto técnico. Bogotá, Colombia.

González J. y L.M. López. 2009. Caracterización de los productos forestales no maderables (PFNM) e identificación de usos tradicionales en las veredas Patios Altos y Canadá, municipio de Encino, veredas Batán y Ture, municipio de Coromoro (Santander). Fundación Natura Proyecto "Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia". Bogotá, Colombia. 169p.

Hernández J.A. y J.F. Crespo. 2009. Caracterización de productos forestales no maderables (PFNM) e identificación de usos tradicionales en las veredas El Ajizal, municipios de Moniquirá, Carare y Togüí (Boyacá). Universidad Distrital Francisco José De Caldas y Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 106p.

Ocaña R.E. 2005. Especies vegetales dendroenergéticas utilizadas por los pobladores del Encino-Santander. Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 50p.

Sánchez S.Y. 2009. Valoración económica de bienes de uso directo (madera en pie y leña) del bosque de roble, Corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque, Colombia. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Asunción. Asunción, Paraguay. 72p.

Vargas N. 2008. Secreteando al zorro: ¿una vía de reconciliación entre las realidades y ficciones del manejo de fauna silvestre?. Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 193p.

Estudio de caso 6

Importancia de las parcelas permanentes de vegetación

Esteban Álvarez Dávila[1]

1 Coordinador Grupo de investigación en Servicios Ecosistémicos y Cambio Climático, Jardín Botánico de Medellín.

1. Introducción

El reconocimiento de la importancia de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano no es nuevo (SCEP 1970) y en las últimas décadas se han realizado numerosos esfuerzos para valorarlos y hacerlos visibles a los planificadores y al público en general (Constanza *et ál.* 1997, Daily *et ál.* 2000, Xu & Tisdell 2001, Sutton & Constanza 2002, Xu *et ál.* 2003). En 2003, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2003) propuso una clasificación con cuatro categorías principales de servicios ecosistémicos (suministro, regulación, soporte y culturales), la cual ha sido utilizada en numerosos análisis que evalúan la importancia de estos servicios para las comunidades humanas, en escalas desde lo local hasta lo global (Holmes *et ál.* 2004, Meyerson *et ál.* 2005, Schroter *et ál.* 2005, Farber *et ál.* 2006, Metzger *et ál.* 2006, Naidoo *et ál.* 2008).

La característica principal que distingue a los servicios ecosistémicos de las funciones o los procesos de los ecosistemas es la participación explícita de los beneficiarios, un enfoque que ha permitido dar un valor económico significativo a dichos servicios. Actualmente, la protección de ecosistemas a través del pago de servicios ecosistémicos representa una oportunidad única para la conservación de la biodiversidad a escala global (Daily & Ellison 2000, Yuan-Farrel & Kareiba 2006). Hace casi una decada, Colombia inició la tarea de cuantificar y valorar los servicios ecosistémicos con resultados importantes que muestran que servicios como el consumo doméstico de agua potable, el ecoturismo y el almacenamiento de carbono tienen un valor económico significativo (Carriazo *et ál.* 2003). Uno de los casos más destacados en Colombia corresponde al Parque Chingaza que proporciona el 70% del agua potable a la ciudad de Bogotá y los usuarios pagan una tasa por uso de agua que la Unidad de Parques Nacionales de Colombia recibe finalmente de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Castaño 2008). A la fecha existen documentos síntesis sobre el estado del arte para Colombia sobre el pago por servicios ambientales que ilustran la importancia de este mecanismo (Blanco *et ál.* 2008). Sin embargo, a pesar de las experiencias exitosas y prometedoras, el proceso de incorporar los servicios ecosistémicos y su valor económico en la toma de decisiones ha sido muy lento debido a una compleja combinación de factores técnicos, económicos y políticos (Chan *et ál.* 2006).

Actualmente, las tasas de deforestación y destrucción de diferentes ecosistemas, enmarcadas además en el contexto del cambio climático, constituyen evidencias alarmantes de la degradación de los servicios ecosistémicos a escala global (Metzger *et ál.* 2006). En Colombia, la situación no es menos dramática

teniendo en cuenta los reportes de deforestación histórica (42 millones de ha desde el "descubrimiento") y la actual (aproximadamente 300.000 ha/año) (Etter *et ál*. 2008, Cabrera *et ál*. 2011). En el marco del Sinap (Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia), evidencias recientes muestran que la deforestación afecta gran parte de las áreas protegidas en Colombia. Por ejemplo, Miller *et ál*. (2004) encontraron una pérdida de cerca del 43% de las áreas protegidas del norte de Colombia (Parque Paramillo, Santuario de Fauna y Flora Los Colorados, y la Reserva Forestal de los Montes de María). Actualmente, las políticas y los programas de desarrollo económico y los cultivos ilícitos parecen ser los factores más relevantes en la destrucción de los bosques en Colombia (Dávalos *et ál*. 2011, Etter *et ál*. 2011). Por lo tanto es urgente para el país avanzar en la tarea de cuantificar y valorar los servicios ecosistémicos presentes en el Sinap, encontrar mecanismos eficientes para crear conciencia pública y desarrollar políticas dirigidas a su conservación efectiva.

Hoy en día están bien establecidos los protocolos para cuantificar la capacidad de los ecosistemas para prestar determinados servicios (por ejemplo, oferta y regulación hídrica, almacenamiento y fijación de carbono, entre otros). No obstante, el reto en el marco del Sinap, es grande ya que además de la necesidad de conocer los procesos de un ecosistema particular y su papel como proveedor de servicios a escala local, se requiere a corto plazo entender su relación con otros ecosistemas a nivel regional y nacional. En este sentido, es necesario desarrollar indicadores que permitan abordar el problema a escala nacional pero que al mismo tiempo reflejen la realidad de lo que pasa a escalas más detalladas. Estudios como el de Naidoo *et ál*. (2008) y Strassburg *et ál*. (2010), donde se analiza la concordancia espacial entre diferentes servicios ecosistémicos y las prioridades de conservación, muestran que esta relación es muy variable. Sin embargo, estos análisis permiten identificar áreas en las que la protección y el manejo de los servicios ecosistémicos tienen altos co-beneficios para la conservación de la biodiversidad (Goldman & Tallis 2009).

Las parcelas permanentes de vegetación (PPV) se definen como "una porción de bosque (o de cualquier otro tipo de vegetación) delimitada físicamente y geo-referenciada, en la cual se miden atributos a nivel del ecosistema, de sus comunidades y de sus individuos, con el objetivo de evaluar cómo cambian en el tiempo" (Vallejo *et ál*. 2005). Las PPV permiten medir variables de la estructura y el funcionamiento del bosque que están relacionadas con la cantidad y el potencial de suministro de servicios ecosistémicos en un ecosistema determinado. Estudios sobre el contenido y las tasas de fijación de carbono, el papel del bosque en la regulación hídrica, y en la calidad y provisión de hábitat para la fauna, requieren de estas parcelas. Por tanto, las PPV deben ser un componente clave en un sistema de monitoreo de los servicios ecosistémicos en las áreas protegidas y en los subsistemas de áreas protegidas que integran el Sinap.

Con este trabajo se pretende desarrollar una serie de consideraciones teóricas, mediante la revisión de información secundaria y un estudio de caso para Colombia, de la importancia de las PPV para la cuantificación y el monitoreo de los servicios ecosistémicos en diferentes escalas. Para la descripción detallada de una PPV y de los protocolos de establecimiento se recomienda remitirse al texto de Vallejo *et ál*. (2005). El documento hace énfasis en las PPV para coberturas boscosas, ya que los servicios ecosistémicos de otros ecosistemas (por ejemplo humedales, corales y sabanas) requieren de otras aproximaciones.

Valle de Sopó. Foto: F. Nieto.

2. Marco conceptual

Cuantificación y monitoreo de servicios ecosistémicos a escala local (de PPV)

Como se mencionó anteriormente, los bosques prestan un gran número de servicios ecosistémicos los cuales se han cuantificado a escala local partiendo de información detallada de campo. En general, la caracterización de la composición, la estructura y el funcionamiento del bosque requiere de mediciones que, en algunos casos como el del ciclo del carbono y la producción de madera, sólo son posibles mediante el establecimiento de PPV (Malhi *et ál.* 2002). Para cuantificar el contenido de carbono de un bosque es necesario medir variables como el número, el tamaño y la composición de los árboles por hectárea. Adicionalmente, el seguimiento de árboles marcados en las PPV permite evaluar su demografía (tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento) y productividad (o fijación de carbono) en relación con cambios ambientales (Vallejo *et ál.* 2005).

En la Tabla 1 (adaptada de UN-REDD 2009) se presentan algunos ejemplos de diferentes servicios ecosistémicos donde se indica la importancia de las PPV para su cuantificación y monitoreo. Es importante resaltar que en el caso de ciertos servicios como los culturales, el establecimiento de PPV no es un requisito indispensable pero éstas pueden contribuir a reforzar su importancia. Por ejemplo, las PPV pueden ser un componente interesante para programas educativos y de turismo ecológico debido a que tienen un alto valor como herramienta pedagógica.

Tabla 1. Servicios de los ecosistemas forestales y la utilidad de las parcelas permanentes para su cuantificación y monitoreo (Adaptado de UN-REDD 2009).

Servicio ecosistémico		Ejemplo	¿Para qué sirven las PPV?
Suministro		Producción de alimentos y de agua (el enfoque del análisis del costo de oportunidad).	
	Alimento	Productos forestales no madereros (PFNM) tales como frutas, bayas, animales.	Monitorear especies con alto valor para PFNM.
	Agua	Provisión de agua de uso doméstico, industrial y agrícola.	Evaluar el efecto del bosque sobre la calidad del agua.
	Fibra	Madera, cáñamo, seda, caucho	Monitorear especies con alto valor para producción de fibras.
	Combustible	Leña, carbón	Monitorear especies con alto valor como combustibles.
Regulación		Control de procesos naturales.	
	Clima	Regulación del ciclo mundial del carbono; regulación del clima local y regional (efectos del albedo, precipitaciones regionales, entre otros).	Medir el crecimiento y la mortalidad de los árboles y su relación con el clima.
	Inundaciones/ sequía	Reducción de la velocidad del agua y aumento de la infiltración. Mantienen la humedad del suelo en épocas secas.	Evaluar el efecto del bosque en estos procesos.
	Enfermedades/ Plagas	Bosques intactos reducen la aparición de agua estancada y por tanto el área de cultivo de algunos vectores de enfermedades como la malaria. Mantienen la diversidad de fauna que controla poblaciones de insectos que pueden convertirse en plagas para los cultivos.	Evaluar el efecto del bosque en estos procesos.
	Polinización	Mantienen una alta diversidad de polinizadores útiles para sistemas agrícolas adyacentes.	Evaluar la diversidad de polinizadores.
	Agua	Regulan el 57% del agua de escurrimiento total y juegan un papel importante en el ciclo hidrológico.	Evaluar el efecto del bosque sobre la regulación hídrica.
Culturales		Beneficios inmateriales obtenidos de los ecosistemas.	
	Estéticas	Escenario natural y paisajes	Identificar y monitorear especies con alto valor paisajístico.
	Espirituales	Muchas comunidades locales (principalmente indígenas) le dan un alto significado espiritual a los bosques.	Identificar la importancia etnobiológica del bosque.
	Educativas	Recursos genéticos, biodiversidad	Como recurso pedagógico y de investigación.
	Recreativas	Turismo	Para visitas guiadas en turismo ecológico.
De soporte		Procesos naturales que mantienen otros servicios de los ecosistemas.	
	Ciclo de nutrientes	Los bosques son extremadamente eficientes en mantener el flujo de nutrientes a través de la atmósfera, las plantas y los suelos.	Medir contenido y flujos de nutrientes.
	Formación del suelo	La incorporación permanente de materia orgánica y la estructura de las raíces contribuyen a la formación del suelo. En altas pendientes retienen el suelo y controlan su degradación.	Medir el efecto de la incorporación de detritos y de crecimiento de raíces en la formación del suelo.
	Productividad	Los bosques son altamente productivos.	Medir tasas de acumulación de biomasa.

La regulación hídrica y el mantenimiento del ciclo de nutrientes son otros servicios ecosistémicos de regulación que requieren de PPV para su cuantificación y monitoreo. La estructura y la dinámica del bosque determinan significativamente estos procesos y mediante las PPV es posible determinar los efectos del cambio del uso del suelo y de otras perturbaciones. En Colombia se vienen desarrollando desde hace dos décadas estudios de este tipo tanto en bosques de tierras bajas (Tobón *et ál*. 2004) como en los Andes (Tobón & Arroyave 2007, Célleri & Feyen 2009). Estos estudios se enfocan en medir el balance hídrico y el flujo de nutrientes a escala de parcela, y requieren cuantificar diferentes componentes como la intercepción del agua por el dosel del bosque, la evaporación del agua del dosel, la infiltración en el suelo, el drenaje vertical y lateral; muchas de estas variables requieren del establecimiento de PPV para ser estimadas.

En cuanto a la utilidad de las parcelas para evaluar el papel del bosque en la provisión de hábitat y conservación de la biodiversidad, se pueden mencionar dos casos. El primero se refiere a una especie emblemática (el mono tití cabeciblanco, *Saguinus oedipus*) que depende de hábitats boscosos y al mismo tiempo es clave para el mantenimiento de la diversidad de plantas en los pocos fragmentos bien conservados que existen en la costa Caribe de Colombia. Varios estudios en Santa Catalina (Bolívar) y Colosó (Sucre) mostraron que este mono incluye más de 130 especies de plantas en su dieta, convirtiéndose en un importante agente dispersor de semillas de los árboles del bosque; adicionalmente, muchas de las semillas defecadas por esta especie de primate tienen un alto potencial de germinación y por tanto influyen positivamente tanto en la regeneración como en la estructura del bosque (Castillo 1996, Molina 2001). Las PPV pueden facilitar el monitoreo de las relaciones planta/animal, del comportamiento poblacional de las especies de plantas de las cuales se alimentan los titíes y del efecto del cambio climático y otras perturbaciones en procesos claves como la periodicidad y abundancia en la producción de frutos.

El segundo caso corresponde a los manglares y la forma en que determinan la diversidad/abundancia de especies marinas usadas como fuente de alimento por las comunidades humanas. Debido a que uno de los hábitats más importantes para la biodiversidad de los manglares es la madera muerta producida por el crecimiento y muerte de los árboles, las PPV pueden ser usadas para evaluar el efecto de la composición de especies, la estructura y la dinámica del bosque en el mantenimiento de la fauna terrestre y marina (Mumby *et ál*. 2004).

Cuantificación y monitoreo de servicios ecosistémicos a escala regional (cuencas) y nacional

Los servicios ecosistémicos pueden cuantificarse localmente con relativa facilidad, sin desconocer la complejidad de los métodos y procedimientos que se deben utilizar para estudiar algunos procesos como el del ciclo hidrológico (Tobón *et ál*. 2004) y la productividad de los bosques (Aragão *et ál*. 2009). No obstante, debido a la magnitud de los cambios (por ejemplo la relación deforestación/cambio climático) es importante desarrollar herramientas para su monitoreo a escalas mayores, es decir regionales, nacionales y globales. En este sentido, una red de parcelas distribuida ampliamente en el territorio nacional, mediante criterios de representatividad, es necesaria para recopilar toda la información requerida para entender el estado actual de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos y su relación con las perturbaciones.

Estudios recientes muestran la necesidad de establecer una amplia red de PPV para tener resultados representativos de los servicios ecosistémicos y de los efectos del cambio climático. Por ejemplo, Phillips *et ál.* (2009) con base en una gran número de PPV (136) distribuidas ampliamente en Amazonia, calcularon el balance de carbono mediante la diferencia entre la mortalidad y el crecimiento de los árboles (en unidades de biomasa) a escala de toda la cuenca (8 millones de km^2). En condiciones climáticas normales, algunas parcelas (14%) en diferentes regiones mostraron pérdidas de carbono pero la mayoría (86%) presentaron ganancia y el balance final dio como resultado un sumidero de carbono cuyo valor se estimó en varios miles de millones de dólares al año. Por el contrario, luego de la anómala gran sequía del 2005 en Amazonia, la mortalidad de árboles se incrementó significativamente en un gran número de parcelas (30%) y el servicio ecosistémico de fijación de carbono a escala de la cuenca prácticamente desapareció. Este ejemplo ilustra la necesidad de tener una red de PPV monitoreada permanentemente para poder registrar el efecto del clima cambiante en los servicios ecosistémicos del bosque y para poder evaluar las diferencias entre regiones.

Cuando se consideran simultáneamente varios servicios ecosistémicos, la situación es más compleja. En principio, la importancia de diferentes servicios varía de acuerdo con las áreas de estudio. La oferta hídrica es más importante en regiones áridas o secas (costa Caribe) que en regiones húmedas (Chocó, Amazonia), pero la importancia de la regulación es independiente del ecosistema. Adicionalmente, diferentes ecosistemas pueden prestar servicios ecosistémicos particulares para los que se necesitan diferentes estrategias de cuantificación y monitoreo; entender y medir el papel de los manglares en el mantenimiento de la diversidad de especies marinas, en la provisión de alimento y en el control de la erosión costera, requiere de aproximaciones diferentes que la cuantificación de la oferta y regulación hídrica de los bosques de niebla. Con el fin de interpretar estas diferencias algunos autores recomiendan la elaboración de "indicadores agregados" que permiten hacer comparaciones entre regiones a escala de un país. Meyerson *et ál.* (2005) discuten la importancia de este tipo de indicadores y presentan recomendaciones para su implementación (ver también EPA 2011, WRI 2011).

Los servicios ecosistémicos incluidos en un indicador pueden ser ponderados para cada región y deben dar cuenta de las ventajas y desventajas de privilegiar el uso de un servicio particular en relación con los demás. Actualmente, la expectativa generada por los proyectos REDD (Reducción de emisiones de CO_2 mediante el control de la deforestación y la degradación de los bosques; Ortega-P. *et ál.* 2010) ilustran esta situación. El programa REDD está enfocado principalmente en la conservación del contenido de carbono de los bosques (Ortega-P. *et ál.* 2010) y no necesariamente los ecosistemas importantes en este sentido son los que tienen mayor diversidad o mayor oferta hídrica; el énfasis en un sólo servicio ecosistémico puede hacer que se subestime la importancia de otras áreas o ecosistemas que requieren acciones de conservación para otros servicios (Strassburg *et ál.* 2010). De hecho, los impactos potenciales de los proyectos de carbono sobre la biodiversidad son actualmente objeto de un amplio debate (Putz & Redford 2009, Pitman 2011).

De acuerdo con lo anterior es evidente nuevamente la necesidad de una red d e PPV que incorpore

las particularidades de los servicios ecosistémicos en las áreas protegidas y en los subsistemas de áreas protegidas que conforman el Sinap. Las PPV permiten cuantificar y monitorear varios servicios ecosistémicos simultáneamente a escala local, pero el servicio priorizado puede variar entre regiones y esta variación debe ser incluida en los indicadores de seguimiento.

Con el fin de ilustrar esta complejidad, en la Figura 1 se presenta el resultado de un ejercicio de espacialización a escala de sistemas regionales de áreas protegidas (Sirap), para los tres servicios ecosistémicos sobre los que se ha basado el presente documento: oferta hídrica, almacenamiento de carbono y provisión de hábitat para mamíferos amenazados (adaptado de Álvarez *et ál*. 2011). El análisis es preliminar y muestra de que manera un ejercicio más detallado y con el mismo enfoque, debe ser el punto de partida para el diseño de una red de PPV. Los resultados indican que las diferentes áreas protegidas y los subsistemas que integran el Sinap, presentan diferentes niveles de oferta de servicios ecosistémicos. En general, para estos tres servicios, las áreas protegidas que hacen parte del Sinap en Amazonia tienen un mayor valor. Sin embargo, este resultado también resalta la necesidad de considerar otros aspectos de los servicios ecosistémicos de acuerdo con criterios adicionales:

El mapa de carbono (Figura 1A) muestra que las áreas protegidas evaluadas en Chocó y Amazonia son los más importantes desde el punto de vista del almacenamiento de carbono. No obstante, para hacer eficientes los co-beneficios de REDD sería importante usar las PPV para cuantificar otros atributos de la biodiversidad como la riqueza total de plantas vasculares, insectos y otros grupos (incluyendo criterios de amenaza) que representan la mayor porción de la biodiversidad en bosques andinos y secos. Este análisis permitiría entender mejor la congruencia entre carbono y biodiversidad, e identificar las áreas donde la conservación basada en REDD, tendría mayores beneficios para la conservación de la biodiversidad (Álvarez 2011).

El mapa de oferta hídrica (Figura 1B) requiere ser analizado en el contexto de la demanda para tener una mejor visión de su importancia. En este sentido, las PPV deberían enfocarse hacia el papel del bosque en la regulación del ciclo del agua en las zonas con mayor demanda.

Igual sucede con el mapa de especies de mamíferos amenazados (Figura 1C), que aunque muestra que las áreas de Amazonia proveen el hábitat para un mayor número de especies, la presión sobre las áreas protegidas en los Andes y en el Caribe es mucho mayor y por tanto también posiblemente mayor su importancia para la provisión de hábitat. En este caso se debería hacer énfasis en la evaluación detallada en las PPV, de los recursos que alberga y el alimento que ofrece el bosque para la fauna.

La Figura 1D presenta la distribución de un índice agregado para los tres servicios {IASE = (Carbono% + Oferta hídrica% + Mamíferos%)/3} que resume la importancia de cada área protegida y permite comparar de una manera más integral las áreas que hacen parte del Sinap. No obstante, también indica la importancia de incorporar otras variables ya que sobreestima, como en los casos anteriores, la importancia de las áreas en Amazonia.

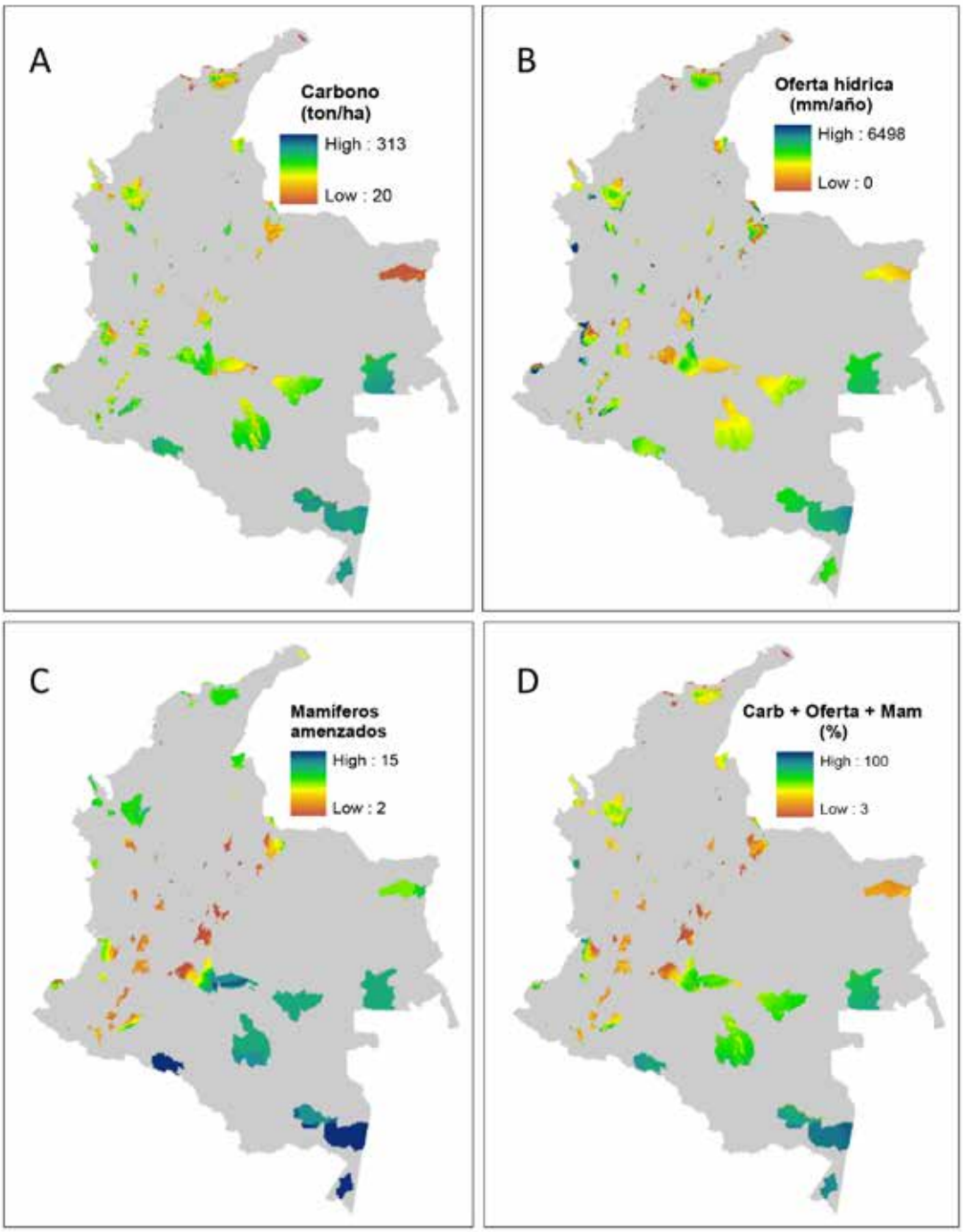


Figura 1. Distribución espacial de tres servicios ecosistémicos en las áreas que conforman el Sinap. (A) Almacenamiento de carbono en ton/ha; (B) Oferta hídrica en mm/año; (C) Provisión hábitat para mamíferos amenazados; (D) Un índice agregado para los tres servicios ecosistémicos en % (Adaptado de Álvarez *et ál.* 2011).

Interior de bosque. Foto: T. Hernández.

3. La red de monitoreo del bosque en Colombia: potencialidades y vacíos

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y el Jardín Botánico de Medellín vienen desarrollando un acuerdo de cooperación desde el año 2009, que ha permitido consolidar la información sobre PPV existentes en el país, y avanzar en el análisis de aspectos relevantes de la estructura y dinámica del bosque en Colombia. Los resultados de esta cooperación muestran que Colombia cuenta actualmente con un número total de 285 parcelas permanentes de monitoreo que cubren un área total de 216 ha (Álvarez 2010; ver Figura 2, Tabla 2). En gran parte de estas parcelas se han llevado a cabo estudios enfocados en evaluar la estructura y el funcionamiento del bosque que pueden ser usados en la cuantificación de los servicios ecosistémicos en algunas áreas del Sinap, incluyendo contenido y fijación de carbono (Álvarez *et ál*. 2007), y regulación hídrica (Tobón *et ál*. 2004). Del total de parcelas, 46,7% se encuentran principalmente en áreas protectoras de los embalses de empresas generadoras de energía (EPM, Isagen, URRÁ), 19,6% en reservas de la sociedad civil (particulares y ONG), 17,5% en reservas forestales (del estado, corporaciones autónomas regionales, municipios y universidades), 8,8% en territorios colectivos (indígenas y afrodescendientes) y 7,4% en áreas de influencia de parques nacionales. Actualmente, la institución más involucrada en el monitoreo del bosque es el Jardín Botánico de Medellín que trabaja, mediante acuerdos de cooperación con instituciones como el Inciva (Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca) y la Universidad del Tolima (entre otras), en cerca de 50 localidades que cubren 51,3% del área total del país, incluyendo cinco parques (Los Nevados, Las Orquídeas, Tayrona, Tatamá y Corales del Rosario y de San Bernardo). También se encuentra la Universidad Nacional de Colombia (sede de Medellín) que lidera una red de monitoreo de 16 sitios en Antioquia y colabora con el proyecto del Instituto Sinchi en el Parque Amacayacu. Con base en los datos provenientes de estas parcelas actualmente se realizan esfuerzos por medir variables de los bosques que puedan ser utilizados para la cuantificación de los servicios ecosistémicos en áreas protegidas, principalmente el almacenamiento y la fijación de carbono en relación con gradientes ambientales a escala nacional (Álvarez 2010 y 2011, Phillips *et ál*. 2011).

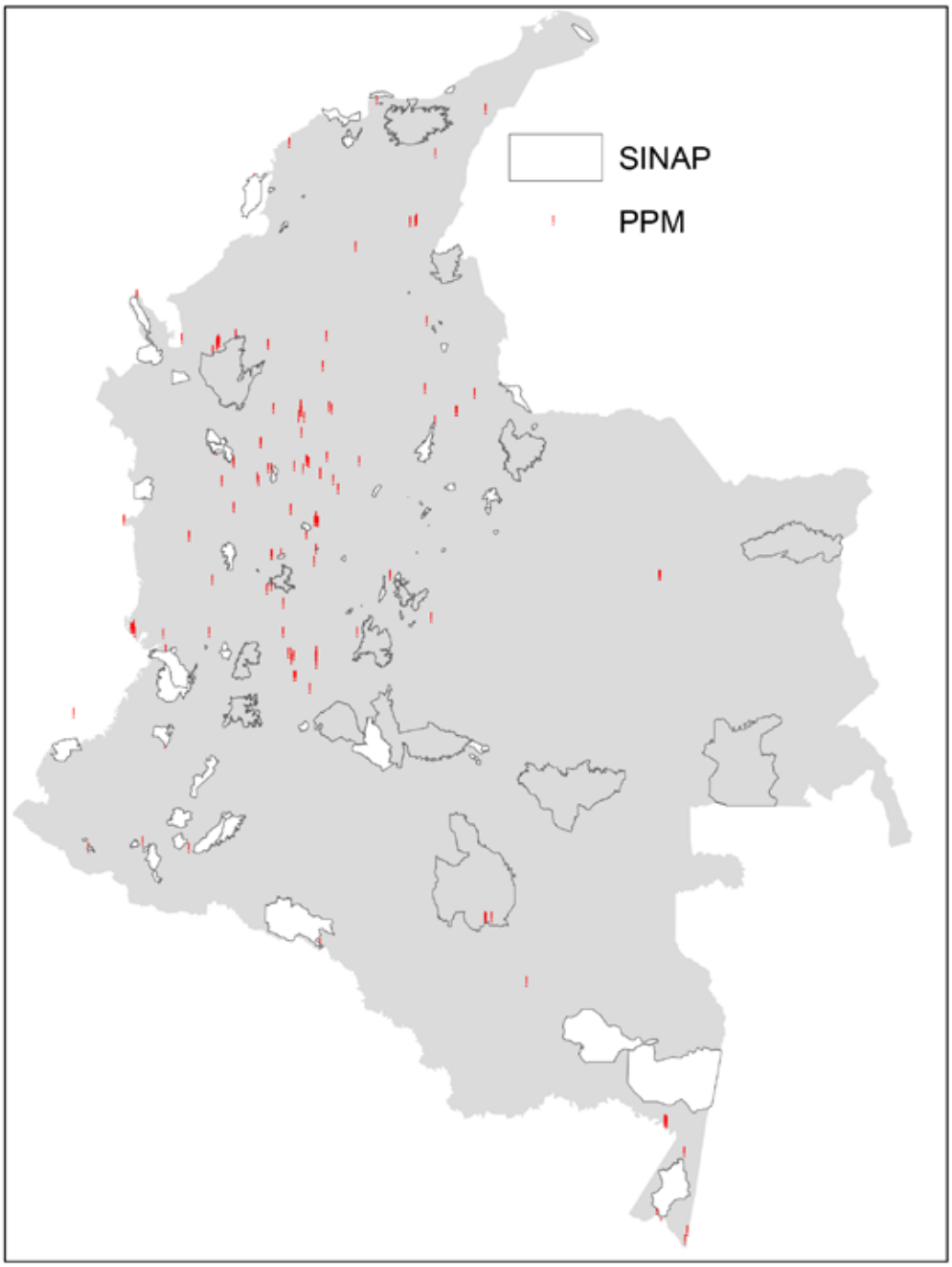


Figura 2. Parcelas permanentes de vegetación en relación con el Sinap (Álvarez 2010).

Tabla 2. Distribución del número, área y año de establecimiento de las parcelas en relación con algunas áreas del Sinap (Fuente: Álvarez 2010).

	Tipo de reserva	No. de parcelas	Área total en parcelas (ha)	Año de establecimiento de las parcelas																			
				89	90	91	92	94	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**Total**
1	Reserva Carder	1	1,0										1										1
2	Reserva CDMB	3	3,0												2	1							3
3	Reserva Corantioquia	13	13,0						2						2				4	1		4	13
4	Reserva Cornare	2	2,0																			2	2
5	Reserva Corpocaldas	2	2,0										1		1								2
6	Reserva Corpourabá	3	3,0														1			2			3
7	Reserva Cortolima	1	1,0										1										1
8	Reserva CRQ	1	1,0										1										1
9	Reserva CVC	3	3,0							2				1									3
10	Reserva EPM	112	9,2									2	110										112
11	Reserva forestal	15	34,0														9	6					15
12	Reserva Fundación Natura	2	2,0																			2	2
13	Reserva Isagen	10	10,0															5	2	3			10
14	Reserva Mineros SA	1	1,0																				1
15	Reserva municipal	5	5,0										2	2		1							5
16	Reserva privada	54	32,1				1				5	2	2	9	3	2		1	2	3	21	3	54
17	Reserva Universidad de Antioquia	1	1,0											1									1
18	Reserva URRÁ I	10	1,0															10					10
19	Resguardo indígena	9	33,2	1	2					1			1	4									9
20	Territorio colectivo	16	15,0						1	5					1			1	3			5	16
21	UAESPNN	21	44,0			2	2	2	1		1	4	2	3		1				1		2	21
	Total	285	216,4	1	2	2	3	2	4	8	6	9	121	19	9	5	10	23	11	10	21	19	285

Pegamosco - *Bejaria resinosa*. Foto: F. Nieto.

Por último, es importante mencionar que el diseño, establecimiento y mantenimiento de una red de monitoreo con base en PPV requiere de grandes esfuerzos científicos, técnicos y económicos y por tanto es necesario contar con la participación de instituciones e investigadores que tengan suficiente experiencia en el tema. El solo diseño de una red de PPV en cuanto a distribución, tamaño y número de parcelas ya es de por si un gran desafío. Como se mencionó anteriormente, actualmente existen varias instituciones que pueden contribuir en el diseño, la implementación y el mantenimiento de una red de este tipo en Colombia. El esfuerzo realizado por estas instituciones, actualmente en proceso de consolidación por el IAvH, debe ser la base para el diseño de un programa de monitoreo que permita avanzar de manera eficiente en el conocimiento, el manejo y la conservación de los servicios ecosistémicos en el contexto de Sinap.

4. Conclusiones y recomendaciones

Las PPV son fundamentales para un estudio detallado de los servicios ecosistémicos en porciones específicas del territorio, pero el esfuerzo de cuantificar y monitorear estos servicios debe ser abordado simultáneamente en diferentes niveles hasta alcanzar la escala del Sinap. Un proyecto de este tipo debe considerar el intercambio y análisis permanente de información de campo proveniente de las PPV, las imágenes de satélite y la cartografía de variables ambientales. Sólo la observación simultánea de la estructura y dinámica del bosque, la variación climática y los usos del suelo permitirán cuantificar la variación "natural" en los servicios ecosistémicos y la determinada por actividades humanas. Experimentos de alteración de las condiciones ambientales de las parcelas, como la exclusión de la precipitación, la remoción de la capa orgánica del suelo o el comportamiento de especies clave en experimentos de traslado de individuos servirán además para evaluar apropiadamente el estado actual, predecir su futuro y desarrollar pautas de manejo que garantice el flujo permanente y la calidad de los servicios ecosistémicos en las áreas protegidas y en los subsistemas de áreas protegidas.

Los estudios recientes que analizan la congruencia en grandes escalas de diferentes servicios

ecosistémicos (por ejemplo Naidoo *et ál*. 2008) y los reportes de proyectos de monitoreo en escalas amplias (Malhi *et ál*. 2002, Ashton *et ál*. 2004) pueden suministrar una guía de referencia para la definición de objetivos e implementación de una red de monitoreo de servicios, asociada al Sinap. Esta guía incluiría:

- Identificar en el Sinap a escala nacional, cuáles serían los servicios ecosistémicos más importantes de acuerdo con un análisis como el que se presentó anteriormente en este trabajo (Naidoo *et ál*. 2008, Strassburg *et ál*. 2010). Este ejercicio permitirá identificar las áreas prioritarias desde donde iniciar el establecimiento de una red de monitoreo con base en PPV. Al mismo tiempo permitirá identificar cuáles de las PPV existentes pueden hacer parte de la línea base y los vacíos que deben ser llenados con urgencia.
- Caracterizar y cartografiar los ecosistemas y tipos de cobertura vegetal dentro de cada una de las áreas del Sinap, o al menos en las priorizadas, así como los factores ambientales más relevantes. Cartografiar la disponibilidad de agua del suelo, su sensibilidad a los cambios en los patrones de precipitación y su efecto potencial sobre la vegetación en áreas del Sinap (Phillips *et ál*. 2009, 2010, Anderson *et ál*. 2010, da Costa *et ál*. 2010, Lewis *et ál*. 2011, Quesada *et ál*. 2011).
- Analizar cambios históricos, de perturbación y variables ambientales. El cambio climático puede estar modificando la expansión o contracción de los ecosistemas más importantes en Colombia, por lo cual se deben monitorear las zonas de transición entre Amazonia-Orinoquia y Magdalena Medio y la costa Caribe. Esta información puede ser usada para determinar la variabilidad natural de los ecosistemas, su respuesta a variaciones climáticas y su resiliencia a perturbaciones por actividades humanas (Phillips *et ál*. 2006, Bush *et ál*. 2008, Anderson *et ál*. 2009, Gloor *et ál*. 2009).
- Definir de acuerdo con cada servicio ecosistémico, los rasgos funcionales que se deben medir en cada parcela. Por ejemplo, rasgos funcionales relativamente fáciles de medir como la densidad de la madera o la altura máxima de los árboles permiten entender la variación en las tasas de crecimiento diamétrico y de acumulación de carbono en los bosques tropicales (Díaz *et ál*. 2004, Baker *et ál*. 2009). Especialmente, la tolerancia a la sequía, los requerimientos de luz y otros rasgos funcionales asociados con la productividad de los bosques deben ser cuidadosamente medidos en las especies o grupos de especies más importantes en cada PPV (Butt *et ál*. 2008, Baker *et ál*. 2009, Patino *et ál*. 2009, Malhado *et ál*. 2010, Markewitz *et ál*. 2010).
- Integrar, predecir y proporcionar herramientas para los tomadores de decisiones. Actualmente, el avance en los sensores remotos y de herramientas informáticas facilitan la aplicación de modelos y permiten desarrollar un sistema de monitoreo en "tiempo real" (Lewis *et ál*. 2004, Peacock *et ál*. 2007, Mercado *et ál*. 2009, Barlow *et ál*. 2011). Este sistema debe generar indicadores integrados que sean fácilmente interpretados por los tomadores de decisiones.
- Comunicar, divulgar y capacitar a los diferentes actores relacionados con los servicios ecosistémicos de los bosques.

5. Bibliografía

Álvarez E. 2011. Patrones y determinantes ambientales de la diversidad, contenido/fijación de carbono y dinámica de poblaciones de árboles en Colombia. Convenio JAUM- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 2011. Informe de avance de tesis doctoral, Departamento de Ecología, Universidad Alcalá de Henares. España.

Álvarez E. (Ed.). 2010. Metadatos de parcelas permanentes en Colombia. Documento de consultoría. Convenio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-JAUM. Octubre de 2009. Bogotá, Colombia.

Álvarez E., S. Gonzales, J. Cano y A. Cogollo. 2011. Explorando la congruencia entre carbono y otros servicios ecosistémicos en Colombia. Documento de consultoría. Convenio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-JAUM. Bogotá, Colombia.

Álvarez E., A. Cogollo, O. Melo, E. Rojas, D. Sánchez, O. Velásquez, E. Jiménez, D. Benítez, C. Velásquez, M. Serna, J. Pérez y W. Devia. 2007. Monitoreo de los Andes colombianos (2.000-3.000 msnm) a través del establecimiento de parcelas permanentes. En: D.A. Armenteras & N. Rodríguez (Eds.). Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis y perspectivas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 174p.

Anderson L., Y. Malhi, L. Aragão, R. Ladle, E. Arai, N. Barbier & O.L. Phillips. 2010. Remote sensing detection of droughts in Amazonian forest canopies. New Phytologist 187:733-750.

Anderson L.O., Y. Malhi, R.J. Ladle, L.E.O.C. Aragão, Y. Shimabukuro, O.L. Phillips, T.R. Baker, A.C.L. Costa, J.S. Espejo, N. Higuchi, W.F. Laurance, G. López-González, A. Monteagudo, P. Nunez Vargas, J. Peacock, C.A. Quesada & S. Almeida. 2009. Influence of landscape heterogeneity on spatial patterns of wood productivity, wood specific density and above ground biomass in Amazonia. Biogeosciences 6:2039-2083.

Aragão L.E.O.C., Y. Malhi, D.B. Metcalfe, J.E. Silva-Espejo, E. Jiménez, D. Navarrete, S. Almeida, A.C.L. Costa, N. Salinas, O.L. Phillips, L.O. Anderson, E. Álvarez, T.R. Baker, P.H. Goncalvez, J. Huamán-Ovalle, M. Mamani-Solórzano, P. Meir, A. Monteagudo, S. Patiño, M.C. Peñuela, A. Prieto, C.A. Quesada, A. Rozas-Dávila, A. Rudas, Jr. A.A. Silva & R. Vásquez. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. Biogeosciences 6:2759-2778.

Ashton M.S., N.V. Brokaw, R. Bunyavejchwin, G.B. Chuyong, L.L. Co, H.S. Dattaraja, S.J. Davies, S. Esufali, C.E. Ewango, R.B. Foster, I.F. Fun, I.N. Gunatilleke, C.S. Gunatilleke, T.H. Hart, C. Hernández, S.P. Hubbell, A. Itoh, R. John, M. Kanzaki, D. Kenfack, S. Kiratiprayoon, J.V. LaFrankie, H.S Lee, I. Liengola, J.R. Makana, N. Manokaran, M. Navarette-Hernández, T. Ohkubo, R. Pérez, N. Pongpattananurak, C. Samper, K. Sri-ngernyuang, R. Sukumar, H.S. Suresh, S. Tan, D.W. Thomas, J.D. Thompson, R. Valencia, M.I. Vallejo, G. Villa-Muñoz, T. Yamakura, J.K. Zimmerman. 2004. Floristics and vegetation of the forest dynamics plots. Pp. 90-102. In: E.C. Losos E.C., J. Leigh, E. Giles (Eds.). Tropical forest diversity and dynamism: findings from a large-scale plot network. University of Chicago Press. Chicago, USA.

Baker T.R., O.L. Phillips, W.F. Laurance, N.C.A. Pitman, S. Almeida, L. Arroyo, A. DiFiore, T. Erwin, N. Higuchi, T.J. Killeen, S.G. Laurance, H. Nascimento, A. Monteagudo, D.A. Neill, J.N.M. Silva, Y. Malhi , G. López Gónzalez, J. Peacock, C.A. Quesada, S.L. Lewis & J. Lloyd. 2009. Do species traits determine patterns of wood production in Amazonian forests? Biogeosciences 6:297-307.

Barlow J., R.M. Ewers, L. Anderson, L.E.O.C. Aragão, T.R. Baker, E. Boyd, T.R. Feldpausch, E. Gloor, A. Hall, Y. Malhi, W. Milliken, M. Mulligan, L. Parry, T. Pennington, C.A. Peres, O.L. Phillips, R.M. Roman-Cuesta, J.A. Tobias & T.A. Gardner. 2011. Using learning networks to understand complex systems: a case study of biological, geophysical and social research in the Amazon. Biological Reviews 457-474.

Blanco J.T., S. Wunder y F. Navarrete. 2008. La experiencia colombiana de pagos por servicios ambientales. Pp. 109-17. En: Ortega S.C. (Ed.). Reconocimiento de los servicios ambientales: una oportunidad para la gestión de los recursos naturales en Colombia. Minambiente, UAESPNN, WWF, CI, TNC. Bogotá, Colombia. 203p.

Bush M.B., M.R. Silman, C. McMichael & S. Saatchi. 2008. Fire, climate change and biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 363:1795-1802.

Butt N., Y. Malhi, O.L. Phillips & M. New. 2008. Floristic and functional affiliations of woody plants with climate in Western Amazonia. Journal of Biogeography 35:939-950.

Cabrera E., D.M. Vargas, G. Galindo, M.C. García y M.F. Ordóñez. 2011. Memoria técnica: cuantificación de la tasa de deforestación para Colombia, periodo 1990-2000, 2000-2005. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam. Bogotá D.C., Colombia. 22p.

Carriazo F., A.M. Ibáñez y M. García. 2003. Valoración de los beneficios económicos provistos por el Sistema de Parques Nacionales Naturales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios. Documento CEDE, Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Castaño C. 2008. Pago por servicios ambientales a través de pago de la tasa de uso del agua en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. Documento técnico, Programa FAO/OAPN "Fortalecimiento del manejo sostenible de los recursos naturales en las áreas protegidas de América Latina". Bogotá, Colombia.

Castillo E.F.G. 1996. Contribución al conocimiento de la ecología y etología del tití de cabeza blanca (*Saguinus oedipus* - Linnaeus 1758), en la serranía de la Coraza, Montes de María, Coloso, Sucre-Colombia. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Célleri R. & J. Feyen. 2009. The hydrology of tropical Andean ecosystems: importance, knowledge status, and perspectives. Mountain Research and Development 29(4):350-355.

Chan K.M.A., M.R. Shaw, D.R. Cameron, E.C. Underwood & G.C. Daily. 2006. Conservation planning for ecosystem services. PLOS Biology 4(11):1-15.

Constanza R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, G.R. Raskin, P. Sutton & M. van der Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260.

da Costa A.C.L., D. Galbraith, S. Almeida, B.T. Tanaka Portela, M. da Costa, S.J. de Atahydes, A.P. Braga, P.H.L. de Goncalves, R. Fisher, O.L. Phillips, D.B. Metcalfe, P. Levy & Meir. 2010. Effect of 7 yr of experimental drought on vegetation dynamics and biomass storage of an eastern Amazonian rainforest. New Phytologist 187:579-591.

Daily G.C. & K. Ellison. 2002. The new economy of nature: the quest to make conservation profitable. Island Press Washington DC, USA.

Daily G.C., T. Soderqvist, S. Aniyar, K. Arrow, P. Dasgupta, P.R. Ehrlich, C. Folke, A.M. Jansson, B.O. Jansson, N. Kautsky, S. Levin, L. Lubchenco, K.G. Mäler, D. Simpson, D. Starrett, D. Tilman & B. Walker. 2000. The value of nature and the nature of value. Science 289:395-396.

Dávalos L.M., A.C. Bejarano, M.A. Hall, H.L. Correa, A. Corthals & O.J. Espejo. 2011. Forests and drugs: coca-driven deforestation in tropical biodiversity hotspots. Environ. Sci. Technol. 45(4):1219-1227.

Díaz S., J.G. Hodgson, K. Thompson, M. Cabido, J.H.C. Cornelissen, A. Jalili, G. Montserrat-Martí, J.P. Grime, F. Zarrinkamar, Y. Asri, S.R. Band, S. Basconcelo, P. Castro-Díaz, G. Funes, B. Hamzehee, M. Khoshnevi, N. Pérez-Harguindeguy, M.C. Pérez-Rontomé, F.A. Shirvany, F. Vendramini, S. Yazdani, R. Abbas-Azimi, A. Bogaard, S. Boustani, M. Charles, M. Dehghan, L. de Torres-Espuny, V. Falczuk, J. Guerrero-Campo, A. Hynd, G. Jones, E. Kowsary, F. Kazemi-Saeed, M. Maestro-Martínez, A. Romo-Díaz, S. Shaw, B. Siavash, P. Villar-Salvador & M.R. Zak. 2004. The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. Journal of Vegetation Science 15:295-304.

EPA, Environmental Protection Agency. 2011. Ecosystem services decision support: a living database of existing tools, approaches and techniques for supporting decisions related to ecosystem services. http://www.epa.gov/ nrmrl/pubs/600r09102/600r09102.pdf. Consultado en diciembre 12 de 2011.

Etter A., C. McAlpine, L. Seabrook & K. Wilson. 2011. Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. Biol. Conserv. 144:1585-1594.

Etter A., C.A. McAlpine & H. Possingham. 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.

Farber S., R. Costanza, D.L. Childers, J. Erickson, K. Gross, M. Grove, C.S. Hopkinson, J. Kahn, S. Pincetl, A. Troy, P. Warren & M. Wilson. 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. Bioscience 56:121-133.

Gloor M., O.L. Phillips, J. Lloyd, S.L. Lewis, Y. Malhi, T.R. Baker, G. López-González, J. Peacock., S. Almeida, A.C.A. de Oliveira, I. Amaral, L. Arroyo, G. Aymard, O. Banki, L. Blanc, D. Bonal, P. Brando, K.J. Chao, J. Chave, N. Davila, T. Edwin, J. Espejo, A. di Fiore, T. Feldpausch, A. Freitas, R. Herrera, N. Higuchi, E. Honorio, E. Jiménez, T. Killeen, W. Laurance, C. Mendoza, A. Monteagudo, A. Andrade, D. Neill, D. Nepstad, P. Núñez Vargas, M.C. Penuela, A. Peña Cruz, A. Prieto, N. Pitman, C. Quesada, R.

Salomão, M. Schwarz, J. Stropp, F. Ramírez, H. Ramírez, A. Rudas, H. ter Steege, N. Silva, A. Torres, J. Terborgh, R. Vásquez & G.M.F van der Heijden. 2009. Does the disturbance hypothesis explain the biomass increase in basin-wide Amazon forest plot data? Global Change Biology 15:2418-2430.

Goldman R.L. & H. Tallis. 2009. A critical analysis of ecosystem services as a tool in conservation projects: the possible perils, the promises, and the partnerships. Annals of the New York Academy of Sciences 1162:63-78.

Holmes T.P., J.C. Bergstrom, E. Huszar, S.B. Kask & F. Orr. 2004. Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration. Ecol Econ 49:19-30.

Lewis S.L., P.M. Brando, O.L. Phillips, G.M.F. van der Heijden & Nepstad D. 2011. The 2010 Amazon drought. Science 331:554.

Lewis S.L., Y. Malhi & O.L. Phillips. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 359:421-436.

Malhado A.C.M., R.J. Whittaker, Y. Malhi, R.J. Ladle, H. ter Steege, O.L. Phillips, L.E.O.C. Aragão, T.R. Baker, L. Arroyo, S. Almeida, N. Higuchi, T.J. Killeen, A. Monteagudo, N.C.A. Pitman, A. Prieto, R.P. Salomão, R. Vásquez-Martínez, W.F. Laurance & H. Ramírez-Angulo. 2010. Are compound leaves an adaptation to seasonal drought or to rapid growth? Evidence from the Amazon rain forest. Global Ecology and Biogeography 19:852-862.

Malhi Y., O.L. Phillips, J. Lloyd, T.R. Baker, J. Wright, S. Almeida, L. Arroyo, T. Frederiksen, J. Grace, N. Higuchi, T.J. Killeen, W.F. Laurance, C. Leaño, S.L. Lewis, P. Meir, A. Monteagudo, D.A. Neill, P. Núñez Vargas, S. Panfil, S. Patiño, N.C. Pitman, C.A. Quesada, A. Rudas, R. Salomão, S. Saleska, J.N. Silva, M. Silveira, W.G. Sombroek, R. Valencia, R. Vásquez Martínez, I.C. Vieira & Vinceti B. 2002. An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). Journal of Vegetation Science 13:439-450.

Markewitz D., S. Devine, E.A. Davidson, P. Brando & D.C. Nepstad. 2010. Soil moisture depletion under simulated drought in the Amazon: impacts on deep root uptake. New Phytologist 187:592–607.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment. Island Press. Washington D.C., USA. 245p.

Mercado L.M., J. Lloyd, A.J. Dolman, S. Sitch & S. Patiño. 2009. Modelling basin-wide variations in Amazon forest productivity – Part 1: model calibration, evaluation and upscaling functions for canopy photosynthesis. Biogeosciences 6:1247-1272.

Metzger M.J., M.D.A. Rounsevell, L. Acosta-Michlik, R. Leemans & D. Schroter 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. Agric Ecosyst Environ 114:69-85.

Meyerson L.A., J. Baron, J.M. Melillo, R.J. Naiman, R.I. O'Malley, G. Orians, M.A. Palmer, A.S. Pfaff, S.W. Running & O.E. Sala. 2005. Aggregate measures of ecosystem services: can we take the pulse of nature?. Front Ecol Environ. 3(1):56-59.

Miller L., A. Savage & H. Giraldo. 2004. Quantifying remaining forested habitat within the historic distribution of the cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*) in Colombia: implications for long-term conservation. Am. J. Primatol. 64:451-457.

Molina G.M.R. 2001. Inventario florístico de un bosque seco tropical (bs-T) en la hacienda "El Ceibal", Santa Catalina (Bolívar), con énfasis en las especies asociadas a la dieta del tití cabeciblanco (*Saguinus oedipus*). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Mumby P.J., AJ. Edwards, J.E. Arias-González, K.C. Lindeman, P.G. Blackwell, A. Gall, M.I. Gorczynska, A.R. Harborne, C.L. Pescod, H. Renken, C.C.C. Wabnitz & G. Llewellyn. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. Nature 427:533-536.

Naidoo R., A. Balmford & R. Costanza. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. Proc. Natl. Acad. Sci. 105:9495-9500.

Ortega-P. S.C., A. García-Guerrero, C.A. Ruíz, J. Sabogal y J.D. Vargas (Eds.) 2010. Deforestación evitada. Una guía REDD + Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Conservación Internacional Colombia, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy, Corporación Ecoversa, Fundación Natura, Agencia de Cooperación Americana (USAID), Patrimonio Natural-Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas, y Fondo para la Acción Ambiental. Bogotá, Colombia. 72p.

Patiño S., Lloyd J., Paiva R., Baker T.R., Quesada C.A., Mercado L.M., Schmerler J., Schwarz M., Santos A.J.B., Aguilar A., Czimczik C.I., Gallo J., Horna V., Hoyos E.J., Jimenez E.M., Palomino W., Peacock J., Peña-Cruz A., Sarmiento C., Sota A., Turriago J.D., Villanueva B., Vitzthum P., Alvarez E., Arroyo L., Baraloto C., Bonal D., Chave J., Costa A.C.L., Herrera R., Higuchi N., Killeen T., Leal E., Luizão F., Meir P., Monteagudo A., Neill D., Núñes-Vargas P., Peñuela M.C., Pitman N., Priante Filho N., Prieto A., Panfil S.N., Rudas A., Salomão R., Silva N., Silveira M., Soares de Almeida S., Torres-Lezama A., Vásquez-Martínez R., Vieira I., Malhi Y., Phillips O.L 2009. Branch xylem density variations across the Amazon Basin. Biogeosciences 6:545-568.

Peacock J., TR. Baker, S.L. Lewis, G. López-González & O.L. Phillips. 2007. The RAINFOR database: Monitoring forest biomass and dynamics. Journal of Vegetation Science 18:535-542.

Phillips J.F., A.J. Duque, K.R. Cabrera, A.P. Yepes, D.A. Navarrete, E. Álvarez, M.C. García y M.F. Ordóñez. 2011. Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-Ideam. Bogotá D.C., Colombia. 32p.

Phillips O.L., Aragão L.E., Lewis S.L., Fisher J.B., Lloyd J., López-González G., Malhi Y., Monteagudo A., Peacock J., Quesada C.A., van der Heijden G.M.F., Almeida S., Amaral I., Arroyo L., Aymard G., Baker T.R., Bánki O., Blanc L., Bonal D., Brando P., Chave J., Alves de Oliveira AC., Dávila Cardozo N., Czimczik CI., Feldpausch TR., Freitas MA., Gloor EU., Higuchi N., Jiménez E., Lloyd G., Meir P., Mendoza C., Morel A., Neill D.A., Nepstad D., Patiño A., Peñuela M.C., Prieto A., Ramírez F., Schwarz M., Silva J.E., Silveira M., Sota Thomas A., ter Steege H., Stropp J., Vásquez R., Zelazowski P., Álvarez Dávila E., Andelman S., Andrade A., Chao K-J., Erwin T., Di Fiore A., Honorio E., Keeling H.C., Killeen T.J., Laurance W.F., Peña Cruz A., Pitman N.C.A., Núñez Vargas P., Ramírez-Angulo H.,

Rudas A., Salomão R., Silva N., Terborgh J., Torres-Lezama A. 2009. Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. Science 323:1344-1347.

Phillips O.L., S. Rose, A. Monteagudo & P. Núñez Vargas P. 2006. Resilience of southwestern Amazon forests to anthropogenic edge effects. Conservation Biology 20(6):1698-1710.

Phillips O.L., G. van der Heijden, López-González G., Aragão L.E.O.C., Lewis S.L., Lloyd J., Malhi Y., Monteagudo A., Almeida S., Alvarez D. E., Amaral I., Andelman S., Andrade A., Arroyo L., Aymard G., Baker T.R., Blanc L., Bonal D., Alves de Oliveira A.C., Chao K.-J., Dávila C. N., da Costa L., Feldpausch T.R., Fisher J.B., Fyllas N.M., Freitas M.A., Galbraith D., Gloor E., Higuchi N., Honorio E., Jiménez E., Keeling H., Killeen T.J., Lovett J.C., Meir P., Mendoza C., Morel A., Núñez V. P., Patiño S., Peh K., Peña Cruz A., Prieto A., Quesada C.A., Ramírez F., Ramírez H., Rudas A., Salamão R., Schwarz M., Silva J., Silveira M., Sonké B., Sota Thomas A., Stropp J., Vásquez R., Taplin J. & E. Vilanova. 2010. Drought mortality relationships for tropical forests. New Phytologist 187:631-646.

Pitman N. 2011. Social and biodiversity impact assessment manual for REDD+ Projects: Part 3 – biodiversity impact assessment toolbox. Forest Trends, Climate, Community & Biodiversity Alliance, Rainforest Alliance, and Fauna & Flora International. Washington, DC, USA.

Putz F.E. & K.H. Redford. 2009. Dangers of carbon-based conservation. Global Environmental Change 19:400-401.

Quesada C.A., J. Lloyd, L.O. Anderson, N.M. Fyllas, M. Schwarz & C.I. Czimczik. 2011. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. Biogeosciences 8:1415–1440.

SCEP, Study of Critical Problems. 1970. Man's impact on the global environment. MIT Press. Cambridge, MA, USA.

Strassburg B., A. Kelly, A. Balmford, R.G. Davies, H.K. Gibbs, A. Lovett, L. Miles, C.D. Orme, J. Price, R.K. Turner & A.S.L. Rodrigues. 2010. Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. Conservation Letters 3:98-105.

Sutton P.C. & R. Costanza. 2002. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. Ecol. Econ. 41:509-527.

Tobón C. & F.P. Arroyave. 2007. Inputs by fog and horizontal precipitation to the páramo ecosystems and their contribution to the water balance. Proceedings of the Fog Conference, La Serena. Chile 22–27 July. Pp. 233-236.

Tobón C., J. Sevink & J. Verstraten. 2004. Solute fluxes in through fall and stem flow in four forest ecosystems in northwest Amazonia. Biogeochemistry 70(1):1-25.

UN-REDD. 2009. Multiple benefits–issues and options for REDD. http://www.cbd.int/doc/meetings/for/ wscb-fbdcc-01/other/wscb-fbdcc-01-oth-03-en.pdf

Vallejo M.I., A.C. Londoño, R. López, G. Galeano, E. Álvarez & W. Devia. 2005. Estudios ecológicos a largo plazo: Parcelas permanentes de monitoreo en Colombia. Serie métodos para estudios ecológicos

a largo plazo; No. 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 310p.

WRI, World Resources Institute. 2011. Ecosystem Service Indicators Database. http:www.esindicators.org/#beta. Consultada en Noviembre 30 de 2011.

Xu Z.M., G.D. Cheng, Z.Q. Zhang, Z.Y. Su & J. Loomis. 2003. Applying contingent valuation in China to measure the total economic value of restoring ecosystem services in Ejina region. Ecol. Econ. 44:345-358.

Xue D. & C.Y. Tisdell. 2001. Valuing ecological functions of biodiversity in Changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. Biodiversity Conserv. 10:467-481.

Yuan-Farrell C. & P. Kareiva. 2006. Ecosystem services: status and summaries. The Nature Conservancy. Washington D.C., USA. 42p.

Desierto La Tatacoa. Foto: A. Hurtado Guerra.

IV. Perspectivas de la Mesa de Investigación y Monitoreo (MIM): un nuevo escenario con una mayor participación de actores

Pescador en la Ciénaga de Chucurí. Foto: F. Nieto.

El 15 de junio de 2011 se firmó el convenio específico para el funcionamiento de la MIM, en el que se ratificó la pertenencia a la misma de los cinco miembros antiguos y la adición de 29 nuevos (Tabla 3). Pasar del funcionamiento del grupo núcleo a un escenario de amplia participación institucional, con diferentes fortalezas técnicas, supone diversos retos. El primero, como ya se ha mencionado en el documento, tiene que ver con la importancia de que en el marco de la MIM dichas instituciones asuman el enfoque de sistema y no se centren en sus intereses particulares. El segundo se refiere a la necesidad de definir y poner en marcha mecanismos efectivos y operativos para la toma de decisiones que contribuyan a implementar y complementar el Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap en el nivel nacional (ver Capítulo 3). El tercero corresponde a la articulación y sintonización de esfuerzos entre los niveles nacional y regional, es decir entre el Sinap y los subsistemas de áreas protegidas que lo integran.

Tabla 3. Entidades que conforman la MIM.

Tipo de entidad	Nombre
Corporaciones autónomas regionales	Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder)
	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique)
	Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre)
	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico (CDA)
	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (Codechocó)
	Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)
	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)
	Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA)
	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpourabá)
	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor)
	Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio)
	Corporación Autónoma del Cesar (Corpocesar)
	Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC)
	Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá)
Autoridad ambiental urbana	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla (DAMAB)
Institutos de investigación	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis (Invemar)
	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)
	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi
Instituto Geográfico	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
Entidades gubernamentales y Ministerios	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)
	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
	Parques Nacionales Naturales de Colombia
Organizaciones no gubernamentales	Asociación Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Resnatur)
	Fundación Natura
	Fundación Malpelo
	World Wildlife Fund (WWF)
	Tropenbos Internacional Colombia
	Fundación Panthera Colombia
	Wildlife Conservation Society (WCS)
	Fundación MarViva
	Conservación Internacional (CI)
	The Nature Conservancy (TNC)

En principio, los dos primeros retos expuestos pueden ser abordados mediante la conformación de mesas de trabajo que reúnan, de acuerdo con cada tema, a las instituciones con fortaleza y competencia en el mismo. De esta forma se lograría involucrar a los miembros de manera efectiva y dentro de un campo de acción en donde pueden aportar en un marco adecuado de operatividad.

En cuanto al tercer reto, las instituciones regionales que han entrado a formar parte de la mesa representan un gran potencial para implementar las sinergias entre los dos niveles. Uno de los pasos a seguir en esta dirección es dar continuidad al esfuerzo iniciado con Sirap Caribe y Región Nororiental en 2010, que se menciona en la introducción de este documento, así como el trabajo realizado con Sirap Eje Cafetero en 2011 y Sirap Orinoquia en 2012. Además de seguir apoyando estas instancias en la construcción de sus respectivas agendas regionales de investigación y monitoreo, lo esencial es replicar este proceso en otras regiones. Esto requiere no perder de vista que se trata del espacio y mecanismo donde la investigación y el monitoreo deben responder a las necesidades regionales, pero manteniendo como marco de referencia tanto las prioridades temáticas del nivel nacional como sus preguntas sistémicas. No sobra recordar que, de acuerdo con la estructura anidada del sistema, el nivel local está contenido en el regional.

Otro de los puntos a resaltar, en aras de contribuir al nuevo escenario de la mesa, son sus ejes de trabajo, que constituyen una primera guía para su funcionamiento y acción (Figura 3):

I. Misión y operatividad de la MIM
II. Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap
III. Sistema de información de investigación y monitoreo del Sinap
IV. Sinergias con otras mesas del Sinap y estrategias o programas de investigación y monitoreo
V. Comunicación
VI. Gestión de recursos

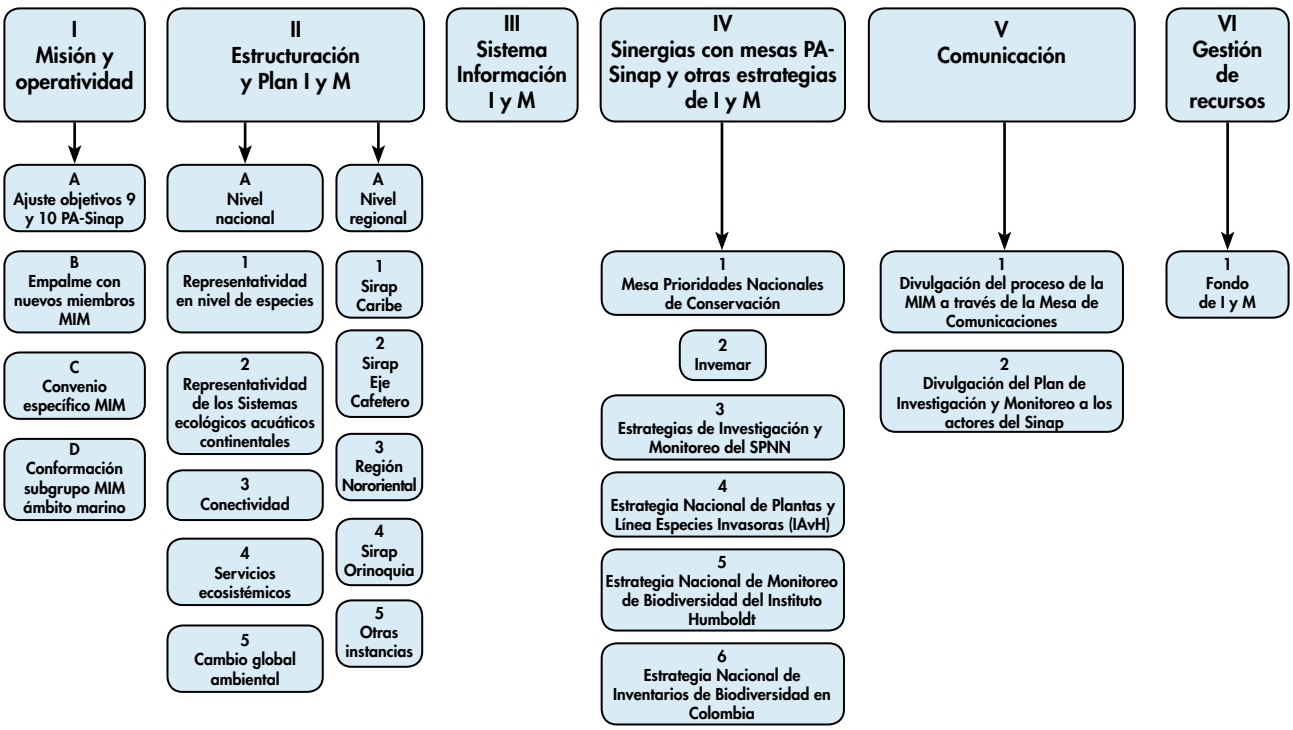


Figura 3. Ejes de trabajo de la MIM formulados desde la secretaría técnica de la mesa entre 2009 y 2010.

Ave. *Myrmotherula axillaris*. Foto: F. Nieto.

En particular, para el Eje IV cabe resaltar que hay iniciativas que el Instituto Humboldt está promoviendo y desarrollando y que son de gran relevancia para la Mesa y el Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap. Como secretario técnico de la MIM, las sinergias directamente con estas iniciativas son fundamentales y viables. Dentro de estas, se pueden mencionar la **Estrategia Nacional de Inventarios de Biodiversidad en Colombia**, que se encuentra en proceso de formulación por la Universidad Nacional de Colombia en convenio con el Instituto Humboldt, y la Estrategia Nacional de Monitoreo de Biodiversidad, lideradas por el Instituto. En ambos casos es fundamental potenciar el hecho de que en las líneas de investigación y acción propuestas se conceptualice y se aborde el Sinap, de manera específica, como sistema y no desde una aproximación de área por área. En particular, a través de la Estrategia Nacional de Inventarios se puede responder a largo plazo a varios de los requerimientos de investigación y monitoreo planteados en la prioridad temática "Representatividad del Sinap en el nivel de especies" (ver Capítulo III). Desde la perspectiva operativa que conlleva un programa, sería de gran conveniencia trabajar por una articulación significativa entre **la Estrategia Nacional de Monitoreo de Biodiversidad** y el Plan de Investigación y Monitoreo del Sinap. La primera, implementando acciones encaminadas a abordar los requerimientos de investigación y monitoreo del segundo, contribuyendo así al cumplimiento de sus metas.

Por último se espera que todos los miembros de la MIM sigan asumiendo compromisos con su funcionamiento y acción para garantizar el desarrollo de sus ejes de trabajo. La firma del convenio específico con el cual estas entidades se vinculan a la MIM debe potenciar este compromiso. Un primer resultado de su compromiso es el taller realizado en junio de 2012. Allí se socializó el plan de trabajo general (Anexo 5) y se formularon los planes de trabajo específicos mencionados en el Capítulo III, en función de las submesas conformadas en las temáticas de conectividad (Anexo 2), servicios ecosistémicos (Anexo 3) y ámbito marino (Anexo 4).

Bibliografía

Andrade G.I. 2009. Conducir el cambio. Hacia un modelo ecosistémico en la conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia. Pp. 477-522. En: M. Rodríguez Becerra (Ed.). Gobernabilidad, instituciones y medio ambiente en Colombia. Foro Nacional Ambiental. Bogotá, Colombia.

Andrade G.I. 2005. Lineamientos para la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Colección Lineamientos para la Gestión en Parques Nacionales Naturales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Colombia. 46p.

Andrade Pérez G.I. y G.A. Corzo Mora. 2011. ¿Qué y dónde conservar? Parques Nacionales Naturales de Colombia; Mesa Nacional de Prioridades de Conservación. Memorando de Entendimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Bogotá, Colombia. 197p.

Armenteras D., N. Ortiz-Pérez, N. Rodríguez-Eraso, M. Orlando-López, J.C. Betancourth, A. Rincón y N.R. Bernal. 2003. Construcción de la línea base sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Programa de Investigación en Política y Legislación. Unidad de Sistemas en Información Geográfica. Sistema de Información en Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Arponen A. 2009. Species-based and community-level approaches to conservation prioritization. Academic Dissertation. Metapopulation Research Group, Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki. Helsinski, Finland.

Calero Hernández L.A., A.P. Castro Moreno y N. Arango Vélez. 2010. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación del Caribe colombiano. Sirap Caribe y The Nature Conservancy-TNC. Produmedios. Santa Marta y Cartagena, Colombia. 32p.

Chaves M.E y A. Hurtado. 2007. Propuesta de un programa de investigación y monitoreo sobre prioridades temáticas del Sinap y mecanismos de articulación y cooperación interinstitucional para su implementación. Apoyo a la implementación del Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (PA-Sinap). Convenio no. 07-0114 realizado entre Patrimonio Natural - Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe final. Bogotá, Colombia. 99p.

Decreto 2372 del 2010, Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

Dudley N. (Ed.). 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. Gland, Suiza. 96p.

Dudley N. & J. Parish 2006. Closing the gap. Creating ecologically representative protected area systems: a guide to conducting the gap assessments of protected area systems for the Convention on Biological Diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Technical Series no. 24. Montreal, Canada. 108p.

Edgar G.J., P.F. Langhammer, G. Allen, T.M. Brooks, J. Brodie, W. Crosse, N. De Silva, L.D.C. Fishpool, M.N. Foster, D.H. Knox, J.E. Mccosker, R. Mcmanus, A.J.K. Millar & R. Mugo. 2008. Key biodiversity areas as globally significant target sites for the conservation of marine biological diversity. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 18(6):969-983.

Eken G., L. Bennun, T.M. Brooks, W. Darwall, L.D.C. Fishpool, M. Foster, D. Knox, P. Langhammer, P. Matiku, E. Radford, P. Salaman, W. Sechrest, M.L. Smith, S. Spector & A. Tordoff. 2004. Key biodiversity areas as site conservation targets. BioScience 54(12):1110.

Elias M., M. Joron, K. Willmott, K.L. Silva-Brandão, V. Kaiser, C.F. Arias, L.M.G. Pinerez, S. Uribe, A.V.Z. Brower, A.V.L. Freitas & C.D. Jiggins. 2009. Out of theAndes: patterns of diversification in clearwing butterflies. Molecular Ecology 18:1716-1729.

Escobar F., J.M. Lobo & G. Halffter. 2006. Assessing the origin of Neotropical mountain dung beetle assemblages (Scarabaeidae: Scarabaeinae): the comparative influence of vertical and horizontal colonization. J. Biogeogr. 33:1793-1803.

Estela F.A., M. López-Victoria, L.F. Castillo y L.G. Naranjo. 2010. Estado del conocimiento sobre aves marinas en Colombia, después de 110 años de investigación. Boletín SAO 20:2-21.

Franco R., C. Campos, G. Andrade y D. García. 2003. Estrategia de Investigaciones para las Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Inédito. UAESPNN -Proyecto FAP Institucional Subprograma de Investigaciones 4B. Bogotá, Colombia. 82p.

Flórez Zambrano N., M. Pardo y M. Lopera. 2010. Estrategia Nacional de Monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 44p.

Galvis G. & J.I. Mojica. 2007. The Magdalena river fresh water fishes and fisheries. Aquatic Ecosystem Health and Management 10(2):127-139.

García Mora N. 2005. Biología reproductiva y conservación de las tortugas Charapa *Podocnemis expansa*, Cupiso P*odocnemis sextuberculata* y Taricaya *Podocnemis sextuberculata* en las playas aledañas al municipio de Puerto Nariño (Amazonas). Trabajo de Grado para optar al título de Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Carrera de pregrado en ecología. Bogotá, Colombia. 209p.

García H., L.A. Moreno, C. Londoño y C. Sofrony. 2010. Estrategia nacional para la conservación de plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá, D.C., Colombia. 160p.

Guiro S., C. Matapí, E. Rodríguez y E. Martínez. 1996. Manejo participativo para la conservación de la tortuga charapa en la zona de influencia del Parque Nacional Natural Cahuinarí. Pp. 210-225. En: C. Campos, A. Ulloa y H. Rubio (Eds.). Manejo de fauna con comunidades rurales. Editorial Presencia S.A. Bogotá, Colombia.

Gutiérrez F. de Paula. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 118p.

Gutiérrez F. de Paula, C. Barreto y B. Mancilla. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca Magdalena-Cauca. Capítulo 1. Pp. 35-73. En: C.A. Lasso, F. de Paula Gutiérrez, M.A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez-Gil y R.E. 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. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Halffter G. y C. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Pp. 5-18. En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.). Sobre diversidad biológica: significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio. Zaragosa, España.

Hansen A. & R. DeFries. 2007. Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands. Ecological Applications 17:974-988.

Hernández Camacho J., A. Hurtado G., R. Ortiz Q. y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105-151. En: G. Halffter (Comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D), Instituto de Ecología, A.C., Secretaría de Desarrollo Social. Xalapa, México.

Higgins J.V., M.T. Bryer, M.L. Khoury & T.W. Fitzhugh. 2005. A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. Conservation Biology 19(2):432-445.

Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi e Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. Bogotá, D.C. Colombia. 275p. + 36 anexos cartográficos.

Invemar, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis. 2008. Plan de Investigaciones de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas en Colombia. Documento para discusión. Segundo taller nacional de expertos. Invemar, vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Patrimonio Natural-Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas. Santa Marta, Colombia. 29p.

Invemar, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis. 2007a. Formulación del Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas de Colombia (SNAMP). Eje Temático 1: Metas de Conservación Marinas Informe técnico final. Invemar, vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Preparado por: D.A. Alonso Carvajal y L.F. Ramírez. Santa Marta, Colombia. 29p.

Invemar, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis. 2007b. Análisis de vacíos y propuesta sistema representativo de áreas marinas protegidas para Colombia. Eje Temático 1 Metas de conservación componente marino y costero. Informe técnico final. Invemar, vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Preparado por: D.A. Alonso Carvajal, L.F. Ramírez, C. Segura Quintero y P.A. Castillo. Santa Marta, Colombia. 68p.

Invemar, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis. 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera-PNIBM, Plan de acción 2001-2010. J.M. Díaz y D.I. Gómez (Eds.). Ministerio de Medio Ambiente e Invemar. Santa Marta, Colombia. 80 p.

Jiménez P. y C. Collada. 2000. Técnicas para la evaluación de la diversidad genética y su uso en los programas de conservación. Invest. Agr. Sist. Recur. For. 2:237-248.

Johnston-González R., L.F. Castillo y J. Murillo. (Eds.). 2007. Conocimiento y conservación de aves playeras en Colombia. Asociación Calidris. Cali, Colombia. 29p.

Junk W.J., P.B. Bayley & R.E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge D.P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposiun. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106:110-127.

Kappelle M. 2008. Diccionario de la biodiversidad. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 385p.

Kati V., P. Devillers, M. Dufrene, A. Legakis, D. Vokou & P. Lebrun. 2004. Hotspots, complementarity or representativeness? Designing optimal small-scale reserves for biodiversity conservation. Biological Conservation 120:471-480.

Kattan G.H., P. Franco, C.A. Saavedra, C. Valderrama, V. Rojas, D. Osorio & J. Martínez. 2005. Spatial components of bird diversity in the Andes of Colombia: implications for designing a regional reserve system. Conservation Biology 20(4):1203-1211.

Koleff P., J. Soberón, H.T. Arita, P. Dávila, O. Flores-Villela, J. Golubov, G. Halffter, A. Lira-Noriega, C.E. Moreno, E. Moreno, M. Munguía, A.G. Navarro-Sigüenza, O. Téllez, L. Ochoa-Ochoa, A. Townsend Peterson y P. Rodríguez. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. Pp. 323-364. En: J. Soberón, G. Halftter y J. Llorente-Bousquets (Comp.). Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad. Vol. I. Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Tlalpan, México.

Langhammer P.F., M.I. Bakarr, L.A. Bennun, T.M. Brooks, R.P. Clay, W. Darwall, N. de Silva, G.J. Edgar, G. Eken, L.D.C. Fishpool, G.A.B. da Fonseca, M.N. Foster, D.H. Knox, P. Matiku, E.A. Radford, A.S.L. Rodrigues, P. Salaman, W. Sechrest & A.W Tordoff. 2007. Identification and gap analysis of key biodiversity areas: targets for comprehensive protected area systems. IUCN. Gland, Switzerland. 134p.

Lasso C.A. y P. Sánchez-Duarte 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A. Venezuela. Caracas, Venezuela. 500 p.

Lasso C.A., E. Agudelo Córdoba, L.F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R.E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J.S. Usma Oviedo, S.E. Muñoz Torres y A.I. Sanabria Ochoa. (Eds.). 2011a. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 715p.

Lasso, C.A., F. de Paula Gutiérrez, M.A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez -Gil y R.E. Ajiaco-Martínez. (Eds.). 2011b. 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. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 304p.

Lasso C.A., J.S. Usma Oviedo, F. Villa, M.T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L.M. Mesa, M.A. Patiño, O.M. Lasso-Alcalá, M.A. Morales-Betancourt, K. González-Oropesa, M.P. Quiceno, A. Ferrer y C.F. Suárez. 2009. Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco (Orinoquia colombiana). Biota Colombiana 10:89-122.

Lasso C.A., A. Rial y O. Lasso-Alcalá. 1999. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los Llanos de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 19:1-28.

Ley 165 de 1994 Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", firmado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.

Lobo J.M. y J. Hortal. 2003. Modelos predictivos: un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. Ecosistemas XII(001): 1-8.

Machado-Allison A., C.A. Lasso, J.S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O.M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Capítulo 7. Pp. 217-257. En: C.A. Lasso, J.S. Usma, F. Trujillo y 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. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle, Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia.

MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Bogotá, Colombia. 134p.

Maldonado-Ocampo J.A., F.A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, S. Prada-Pedreros, U. Jaramillo, A. Claro, J.S. Usma, T.S. Rivas, W. Chaverra, J.F. Cuesta y J.E. García-Melo. 2006. Peces del río Atrato, zona hidrogeográfica del Caribe. Colombia. Biota Colombiana 7:143-154.

Martínez, E. y D.L. Muñoz. 1999. El intercambio de saberes en una experiencia de manejo: La tortuga *Podocnemis expansa*, en el medio medio y bajo río Caquetá. Pp. 165-168. En: T.G. Fang, R.E. Bodmer y R. Aquino (Eds.). Manejo de fauna silvestre en la Amazonía. Editorial MH. Valqui, Perú.

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D.C., Colombia. 124 p.

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto Quinaxi. 2007. Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental, Penia: Institutos de investigación adscritos y vinculados al MAVDT. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, e Instituto Quinaxi. Bogotá, D.C., Colombia. 81p.

MdE, Memorando de Entendimiento. 2010. Propuesta de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia, PA-Sinap. Versión febrero de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigación Marinas y Costeras José Benito Vives Andréis, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Departamento Nacional de Planeación, Patrimonio Natural-Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, Asociación Colombiana de Autoridades Ambientales, Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional, Wildlife Conservation Society, Comité Colombiano de la Unión Mundial para la Naturaleza y Fundacion Natura. Bogotá, Colombia. 61p.

MdE, Memorando de Entendimiento. 2006. Propuesta de Plan de Acción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia, PA-Sinap. Propuesta técnica. Versión diciembre 1 de 2006. Manuscrito, Bogotá D.C., Colombia 447p

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Vol. 1. World Resources Institute. Washington D.C., USA.

Miller-Hurtado H., D.C. Taphorn B. y J.S. Usma Oviedo. 2009. Lista preliminar de los peces del río Papunahua, cuenca del río Inírida - departamento del Vaupés, Colombia. Biota Colombiana 10:163-169.

MMA, Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso sostenible. Bogotá, Colombia. 67p.

MMA, Ministerio del Medio Ambiente, Consejo Nacional Ambiental, Departamento Nacional de Planeación y Colciencias. 2001. Política Nacional de Investigación Ambiental. Bogotá, D.C., Colombia. 37p.

Mojica J.I., J.S. Usma, R. Álvarez-León y C.A. Lasso. (Eds.). En prensa. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia, Universidad de Manizales. Bogotá, D.C., Colombia. 320p.

Mojica J.I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez. (Eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D.C., Colombia. 285p.

Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.* 1. Zaragoza, España. 84p.

Mow J.M. y M.E. Chaves (Comp.). 2009. Propuesta de un programa de investigación y monitoreo sobre prioridades temáticas del Sinap y mecanismos de articulación y cooperación interinstitucional para su implementación. Patrimonio Natural - Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis. Bogotá, Colombia. 153p.

Naranjo L.G. y J.D. Amaya Espinel. (Eds.). 2009. Plan nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia. Primera edición. Bogotá D.C., Colombia. 214p.

Ortega-Lara A., J.S. Usma, P.A. Bonilla y N.L. Santos. 2006a. Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. Biota Colombiana 7:39-54.

Ortega-Lara A., J.S. Usma, P.A. Bonilla y N.L. Santos. 2006b. Peces de la cuenca del río Patía, Vertiente del Pacífico. Biota Colombiana 7:179-190.

Páez V.P., M.A. Morales-Betancourt, C.A. Lasso, O.V. Castaño-Mora y B.C. Bock. (Eds.). 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 523p.

Possingham H.P., J. Franklin, K.A. Wilson, T.J. Regan. 2005. The roles of spatial heterogeneity and ecological processes in conservation planning. Pp. 389-406. In: Lovett G.M., C.G. Jones, M.G. Turner & K.C. Weathers (Eds.). Ecosystem function in heterogeneous landscapes. Springer-Verlag. New York, USA.

Pressey R.L., M. Cabeza, M.E. Watts, R.M. Cowling & K.A. Wilson. 2007. Conservation planning in a changing world. Trends in Ecology and Evolution 22:583-592.

Primack R.B. y J. Ros. 2002. Introducción a la biología de la conservación. Editorial Ariel, S.A. Barcelona, España. 383p.

Quétier F., E. Tapella, G. Conti, D. Cáceres y S. Díaz. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta Ecológica* 84-85:17-26.

Renjifo, L. M., M. F.,Gómez, J. Velásquez-Tibatá, A. M. Amaya-Villarreal, G. H. Kattan, J. D. Amaya-Espinel, y J. Burbano-Girón. 2013. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Restrepo Ángel J.D. 2005. Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental. Universidad EAFIT, Colciencias. Bogotá, Colombia. 268p.

Rodrigues A.S.L., S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks, R.M. Cowling, L.D.C. Fishpool, G.A.B. da Fonseca, K.J. Gaston, M. Hoffmann, J.S. Long, P.A. Marquet, J.D. Pilgrim, R.L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts & X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. Nature 428:640-642.

Sánchez O., M. Herzig, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano. (Eds.). 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, United States Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación A.C., Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México D.F., México. 287p.

Santamaría M. y G. Corzo. 2007. Análisis de las metodologías desarrolladas y aplicadas sobre el estado y monitoreo de la biodiversidad. Informe de consultoría presentado al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 54p.

Sarkar S., R.L. Pressey, D.P. Faith, C.R. Margules, T. Fuller, D.M. Stoms, A. Moffett, K.A. Wilson, K.J. Williams, P.H. Williams & S. Andelman. 2006. Biodiversity conservation planning tools: present status and challenges for the future. Annual Review of Environment and Resources 31(1):123-159.

SBSTTA, Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice. 2003. IX/4 Protected Areas. Meeting in Montreal 10-14 November, 2003.www.cbd.int/convention/ result.aspx?id=7460 &kw=Ecological%20networks&l0=PTC&t0=Ecological%20networks.

Sedell J.R., J.E. Richey & F.J. Swanson. 1989. The river continuum concept: A basis for the expected ecosystem behavior of very large rivers? Pp. 49-55. In: Dodge D.P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposiun. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106:49-55.

Taylor P., L. Fahrig & K.A. With. 2006. Landscape connectivity: back to the basics. In: K. Crooks & M.A. Sanjayan (Eds.) Connectivity conservation. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Tockner K., F. Malard & J.V. Ward. 2000. An extension of the flood pulse concept. Hydrological Processes 14:2861-2883.

UAESPNN, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. 2001. Política de participación social en la conservación. Consolidación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C., Colombia. 85p.

Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell & C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:130-137.

Vilà M. 1998. Efectos de la diversidad de especies en el funcionamiento de los ecosistemas. Orsis 13:105-117.

von Hildebrand, P., N. Bermudez y M.C. Peñuela. 1997. La Tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el río Caquetá Amazonas, Colombia. Aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá D.C., Colombia. 152p.

World Resources Institute-WRI, Meridian Institute & World Business Council for Sustainable Development. 2008. Estudio sobre los servicios de los ecosistemas corporativos. Pautas para identificar riesgos y oportunidades de negocio que surgen a partir del cambio en el ecosistema. Versión 1.0. España. 37p.

WWF Colombia, Fundación Ecotrópico y Cecoin, Centro de Cooperación al Ind ígena. 2008. Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién. Santiago de Cali, Colombia. 274p.

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Representatividad en el nivel de especies	**Especies y grupos de especies en los cuales enfocarse para complementar la representatividad del Sinap**	¿Cuáles especies y grupos de especies pueden contribuir "mejor" a complementar las áreas priorizadas con criterios de representatividad ecosistémica en el nivel nacional?	Construir una base de información completa, y en permanente actualización, con todas las categorías de especies del país: 1. Especies que presentan el mayor riesgo de extinción: endémicas, casi endémicas y amenazadas. 2. Otras especies y grupos de especies: Grupos de especies funcionales y especies indicadoras de procesos ecológicos. · Especies migratorias. · Especies congregatorias. · Especies con valor o interés cultural. · Especies con valor o interés socioeconómico. · Especies indicadoras de la dinámica de recuperación o transformación de los ecosistemas (negativas) (por ejemplo especies invasoras). · Especies más vulnerables al cambio climático. · Especies de importancia filogenética. · Definir criterios para la agregación de la información sobre todas las categorías de especies del país (p.e. centros de endemismos, sitios de concentración de especies amenazadas y de especies funcionales críticas, entre otros), teniendo en cuenta cantidad y calidad de la misma, y diferentes escalas de análisis.
	Pérdida de biodiversidad y riesgo de extinción de las especies	¿Cuáles de las especies amenazadas de las listas oficiales (amenaza global según UICN y amenaza nacional según libros rojos) son las que realmente están potencialmente amenazadas?	Evaluar periódicamente el riesgo de extinción de las especies amenazadas de todos los grupos taxonómicos (actualización de los libros rojos).
		¿Cuáles son los conjuntos de especies que coexisten en hábitats o localidades de endemismos y de especies amenazadas?	Desarrollar un análisis de vacíos de las áreas críticas o claves de biodiversidad del país.
			Compilar espacialmente los libros rojos, una vez se hayan actualizado, para apreciar coincidencias en las áreas amenazadas de los diferentes grupos taxonómicos, y comparar los grados de pérdida de diversidad entre éstos.
		¿Qué está ocurriendo con las especies endémicas y las especies de distribución amplia no amenazadas, pero con ciertas vulnerabilidades dentro de sus ecosistemas?	Evaluar los grupos de especies de importancia económica, cuya presión de uso está aumentando, y especies no amenazadas que muestran disminución en su distribución.

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Representatividad en el nivel de especies	**Pérdida de biodiversidad y riesgo de extinción de las especies**	¿Qué pasa con los grupos funcionales en el contexto de pérdida de biodiversidad?	Evaluar los cambios en los ensamblajes de especies en áreas con diferente grado de perturbación y transformación, de los diferentes ecosistemas, y en el contexto de las diferentes ecorregiones del país.
		¿Cómo ha sido la dinámica de pérdida de especies a lo largo del tiempo y en el contexto de los cambios ambientales que ha experimentado el territorio?	Documentar la historia de las extinciones locales y los cambios en la composición de especies en el territorio.
	Diversidad alfa, beta y gamma	¿Cómo varían o se remplazan los conjuntos de especies latitudinal y altitudinalmente en el territorio?	
		¿Cómo varían los ensamblajes de especies entre cuencas y altitudinalmente en el territorio? (patrones de diversidad beta y gama)	
	Modelamiento de la diversidad y riqueza de especies	¿Cómo se relaciona la riqueza y diversidad de especies con las características ambientales del territorio?	
	Mantenimiento de poblaciones viables	¿Las actuales áreas protegidas y los sistemas que conforman están en condiciones y capacidad de salvaguardar las especies objeto de conservación?	Evaluar la capacidad o área de dispersión de las especies y sus requerimientos de hábitat. [En primera instancia, centrándose en las poblaciones de especies endémicas y amenazadas, no sólo bajo las condiciones ambientales actuales, sino también en escenarios de cambio. En segunda instancia, continuar evaluando las especies y grupos de especies de las diferentes categorías mencionadas arriba].
			Evaluar la conectividad ecosistémica entre las áreas protegidas y los sistemas de áreas protegidas que integran.
	Diversidad genética		Revisar técnicas existentes para la evaluación de la variación intraespecífica y su uso en programas de conservación, y promover su implementación.
			Desarrollar estudios sobre resiliencia y capacidad adaptativa de las especies, en el marco de pérdida de variabilidad genética (por tamaños poblacionales y sus implicaciones).

ANEXO 1 SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap (Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)			
Prioridades Temáticas	**Objetivos y Líneas**	**Preguntas Asociadas**	**Actividades**
Representatividad en el nivel de especies	**Inventarios de biodiversidad y monitoreo en el nivel de especies**	¿Cuáles son las especies más adecuadas para monitorear la pérdida de especies y los cambios en la composición de especies? ¿Cómo se comportan las poblaciones de especies en escenarios de cambio?	Actualizar continuamente las bases de información que alimentan los criterios para establecer las prioridades nacionales y regionales de conservación, en el marco de un monitoreo permanente.
		¿Cuáles otras especies están siempre presentes donde hay ciertas especies de interés para la conservación, y que resulta más fácil hacerles seguimiento?	
Representatividad de los sistemas ecológicos acuáticos continentales	**Identificación y clasificación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales**		Diseño y aplicación de modelos de clasificación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en el nivel de cuenca, y teniendo en cuenta las diferentes ecorregiones acuáticas, las escalas y variabilidades biogeográficas, y las dimensiones espaciales y temporales. [Modelos que complementen las variables abióticas (clima, gradiente altitudinal, pendiente, morfología y geología) con variables bióticas y biogeográficas, y con los regímenes hidrológicos (comportamiento del río a lo largo del año)].
	Representación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales en las prioridades nacionales de conservación		Definición de áreas prioritarias teniendo en cuenta conectividad, suelos y aguas, los regímenes o patrones hidrológicos y el componente biogeográfico (filtro grueso en el nivel regional).
			A partir del filtro grueso, seleccionar el tipo de especies (filtro fino) cuya distribución se va a analizar, involucrando filtros de tipo local, tales como cabeceras de ríos, tipos de empalizadas, etc. [Los análisis se deben enfocar en los grupos que no presentan tanta variabilidad y sí la mayor congruencia en su distribución (por ejemplo cangrejos, camarones y peces).]
	Efectividad de las actuales áreas protegidas y los sistemas que integran en la conservación de los sistemas ecológicos acuáticos continentales		Potenciar el tema de conservación y uso de los sistemas acuáticos desde las categorías existentes.

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas **(La nomenclatura asocia las actividades con las preguntas y los objetivos. Se resaltan las actividades priorizadas)**	**Garantizar la supervivencia de poblaciones viables de especies**	**I** ¿Cómo ha cambiado la situación de conectividad en el tiempo? **II** ¿Cuáles son los sitios del territorio (espacio), incluyendo las áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas, que están mostrando una dinámica mayor y más acelerada de pérdida y fragmentación de coberturas naturales? **III** ¿Cuáles son las dinámicas de transformación asociadas? [**I** y **II** están anidadas en **III**. Las respuestas a **III**, y sus acciones, aplican a **I** y **II**.]	**I, II 1 Análisis multitemporales, utilizando mapa de ecosistemas de Colombia (información de soporte 2002) e imágenes de satélite más recientes del IGAC, para generar información de base actualizada y adecuada.** **[3 momentos de evaluación y 2 escalas: 1:500.000 y 1:100.000].** **I, II 2 Análisis de fragmentación -cohesión y continuidad- (altitudinal y longitudinal) de las unidades espaciales de análisis, en el contexto de la evaluación multitemporal y en las escalas de propiedad (complementa la actividad anterior y aporta a responder la pregunta y requerimiento C-VII).** **II 3** En el ámbito marino, identificar en la zona costera las áreas de mayor impacto, o con cambios evidentes, en los comportamientos naturales espaciales (ríos, sedimentación, erosión, etc.). **II, III 4 Identificar motores de cambio que generan deforestación y modelar los cambios de uso del suelo:** · **Análisis de amenazas de transformaciones actuales y potenciales (análisis espaciales) de los principales remanentes de hábitat (o de bioma o conjunto de biomas).** · **Análisis históricos para describir tendencias.** · **Análisis de desarrollo de los sectores productivos.** **III 5** Analizar la dinámica de transformación y fragmentación de los diferentes ecosistemas, a diferentes escalas, y de las variables socioeconómicas relacionadas con esas dinámicas. **III, IV 6** Identificar especies focales o fundamentales para monitorear los procesos de transformación de los diferentes ecosistemas (transformación que han presentado o están presentando).
		IV ¿En qué grupos funcionales de especies debe enfocarse la investigación y el monitoreo en el Sinap? (tamaño mínimo del fragmento, tamaños poblacionales, genética de	**IV 7** Caracterización funcional de las áreas protegidas en contextos regionales. **IV, V 8 Priorizar estudios sobre dinámicas multitemporales y espaciales en grupos funcionales de especies:** · **especies de interior, afectadas por efectos de borde,**

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas **(La nomenclatura asocia las actividades con las preguntas y los objetivos. Se resaltan las actividades priorizadas)**		poblaciones, movimientos por telemetría, etc.)	· **especies con distribución altitudinal restringida,** · **especies con reducciones poblacionales demostradas por cambio climático, por especies invasoras, por enfermedades emergentes, etc.** · **especies asociadas a SE.** **IV 9** Realizar investigaciones sobre la ecología de las especies de grupos funcionales para establecer las características del paisaje requeridas para su movilidad y, por lo tanto, para generar conectividad entre áreas protegidas. **IV 10 Realizar investigaciones sobre la ecología de las especies objeto de conservación (focales o fundamentales) del sistema (nivel nacional) y subsistemas (nivel regional).** **IV 11** Escoger un gremio de especies focales o fundamentales, representativo a nivel regional y nacional; y elaborar una plataforma de partida del estado de cada especie. **IV 12** Implementar estudios a nivel genético con el fin de identificar cambios (positivos o negativos) en las poblaciones-subpoblaciones (de especies focales o fundamentales). **IV 13** Estudio de la recolonización de grupos funcionales de especies a través de áreas regeneradas (identificadas por los estudios multitemporales: I, II 1).
	Optimizar el mantenimiento de servicios ecosistémicos (soporte, regulación, provisión y culturales)	V ¿Cuáles son los criterios y las áreas requeridas para mantener procesos, funciones y flujo de servicios ecosistémicos? VI ¿Qué servicios ecosistémicos, y a qué escala, se proveen en los diferentes niveles del Sinap (nacional, regional y local)? VII ¿Qué servicios ecosistémicos prestan las áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas a los sistemas productivos y de aprovechamiento aledaños?	**V 14 Identificar los servicios ecosistémicos de regulación y soporte y su vínculo con los servicios de provisión que soportan.** **VI 15** Precisar la escala a la que se presta el servicio ecosistémico y aquella a la se origina dicho servicio.

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Conectividad de las áreas protegidas y los subsistemas de áreas protegidas **(La nomenclatura asocia las actividades con las preguntas y los objetivos. Se resaltan las actividades priorizadas)**	**Optimizar el mantenimiento de servicios ecosistémicos (soporte, regulación, provisión y culturales)**	**VIII** ¿Qué criterios técnicos se requieren para establecer categorías y diseñar áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas que aporten a la regulación y mantenimiento de servicios ecosistémicos? [Esta pregunta está anidada en la **V**, **VI** y **VII**]	
	Contribuir a realizar una gestión integrada del territorio	**IX** ¿Cómo aportan o afectan los ecosistemas transformados y emergentes a la conectividad (estructural y funcional) del Sinap?	**IX 16** Caracterizar los impactos que los sistemas productivos y extractivos tienen sobre la conectividad (espacial y funcional). **IX 17** Identificar y caracterizar los impactos de los sistemas productivos y extractivos, y de uso de la biodiversidad en general, sobre los procesos de conectividad (espacial y funcional) en el territorio y en las AP y sistemas de AP. **IX 18** Definir métodos de medición del impacto y permeabilidad, en términos de conectividad, de los diferentes usos de la tierra. **IX 19** Caracterizar los ecosistemas transformados y emergentes (estructura y función), y su aporte a la conservación y a la conectividad de especies y grupos funcionales de especies, a escala de paisaje. **IX 20** Caracterizar las dinámicas de migración y dispersión en ecosistemas emergentes, incluyendo efectos de sumidero. **IX 21** Diseñar protocolos (metodológicos) para el manejo de ecosistemas perturbados (rehabilitación, recuperación y/o restauración ecológica), que puedan ser concertados con los sectores productivos. **IX 22** Diseñar modelos de compensación y trade-offs entre conservación y producción, a diferentes escalas. (Esta actividad también responde a los requerimientos de los otros objetivos, tales como: optimización del mantenimiento de servicios ecosistémicos, identificación y caracterización de los mismos y servicios ecosistémicos culturales).
		X ¿Cómo aportan o afectan los territorios étnicos a la conectividad (estructural y funcional) del Sinap?	**X 23 Valoración cultural de la conectividad del territorio (análisis entre las unidades espaciales, por ejemplo, biomas, paisajes o ecosistemas, con elementos de cultura, por ejemplo sitios sagrados).**

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Contribución a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos	**Identificación y caracterización de servicios ecosistémicos**	¿Cuáles son los tipos de servicios ecosistémicos (soporte, regulación, provisión y culturales) que sustentan los diferentes ecosistemas del país?	
		¿Cómo es la relación sinérgica entre estos diferentes tipos de SE? (Cómo se producen, porqué, cuál es su flujo, etc.)	
		¿Cuáles son los diferentes compartimentos a través de los cuales se da el flujo de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos? (Suelo, atmósfera, coberturas, mar, costa, etc.)	
		¿Cuáles son los atributos funcionales de las especies involucradas en la generación, el sustento y el flujo de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos?	
		¿Cuáles son las relaciones entre ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos continentales y marinos que sustentan el flujo de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos?	
		¿Cuáles son los criterios básicos que se deben tener en cuenta para identificar la unidad espacial óptima de gestión para garantizar la generación, el sustento y el flujo de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos? ¿Cuáles son las escalas espaciales y temporales apropiadas para analizarlos?	
	Relaciones culturales con el territorio (servicios ecosistémicos culturales)	¿Cuáles y cómo son los sistemas culturales que han contribuido a la generación, sustento y flujo de servicios ecosistémicos? ¿Qué elementos, estructuras y relaciones les subyacen?	
	Relación entre servicios ecosistémicos y los sistemas productivos y de aprovechamiento de la biodiversidad	¿Cuál es la relación entre servicios ecosistémicos y productividad y sostenibilidad de los sistemas productivos y de aprovechamiento de la biodiversidad, en términos de su viabilidad ecológica y económica?	
		¿Qué prácticas productivas y/o de manejo contribuyen a la generación, sustento y flujo de servicios ecosistémicos?	
		¿Qué sectores productivos dependen, y en qué magnitud, de los servicios ecosistémicos? ¿Cuáles son las oportunidades para mejorar su productividad y sostenibilidad en el marco del mantenimiento del flujo de servicios ecosistémicos?	
	Amenazas y vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos	¿Cuáles son las áreas más críticas de pérdida de servicios ecosistémicos en el país y los motores de cambio asociados?	
		Cómo afecta la pérdida o falta de conectividad ecosistémica, y entre las áreas protegidas del Sinap, la generación, sustento y flujo de servicios ecosistémicos?	

ANEXO 1
SÍNTESIS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO DEL Sinap
(Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012)

Prioridades Temáticas	Objetivos y Líneas	Preguntas Asociadas	Actividades
Contribución a la generación, el sustento y flujo de servicios ecosistémicos	**Amenazas y vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos**	¿Cuáles son los criterios relevantes para identificar acciones prioritarias a desarrollar para restituir servicios ecosistémicos a corto, mediano y largo plazo?	
	Valoración de los servicios ecosistémicos	¿Qué políticas, incentivos y regulaciones son efectivas o, por el contrario, han afectado o afectan el flujo de servicios ecosistémicos?	
		¿Qué criterios se requieren para desarrollar mecanismos que permitan ajustar la valoración de los servicios ecosistémicos de acuerdo con el contexto nacional?	
		¿Qué criterios se requieren para desarrollar mecanismos que contribuyan a que la sociedad y los sectores productivos reconozcan y valoren la oferta de servicios ecosistémicos y la necesidad de garantizar la generación, sustento y flujo de los mismos?	
		¿Qué criterios se requieren para desarrollar mecanismos que contribuyan a reconocer, valorar e incentivar iniciativas privadas de manejo y conservación que favorecen la generación, sustento y flujo de servicios ecosistémicos?	
	Aporte del Sinap a la generación, sustento y flujo de servicios ecosistémicos	¿Cuáles son los servicios ecosistémicos que sustenta el Sinap en sus diferentes ámbitos (terrestre, marino-costero y acuático continental), niveles de organización (nacional, regional y local) y escalas espaciales? En cuáles es prioritario enfocarse en el nivel nacional o de sistema (Sinap)?	
		¿Quiénes usan los servicios ecosistémicos que sustenta el Sinap y cuál es la intensidad, frecuencia y magnitud de ese uso en las diferentes escalas espaciales y temporales? (Grado de dependencia de los usuarios).	
		¿Cuáles son los ciclos y relaciones de generación y uso de los servicios ecosistémicos ligados al Sinap, y cómo afecta esta dinámica de oferta y demanda la resiliencia de las áreas protegidas y de los sistemas de áreas protegidas que integran el Sinap?	
		¿Cuál es el aporte de las áreas protegidas del Sinap (nivel nacional, regional y local) y de los subsistemas que las articulan a la funcionalidad del territorio y al flujo de servicios ecosistémicos?	
		¿Cómo contribuyen las áreas protegidas del Sinap y los subsistemas que las articulan al flujo de servicios ecosistémicos que garantiza el mantenimiento de las relaciones culturales con el territorio? (En la medida en que el territorio se transforma se pierden las relaciones culturales con el territorio).	
		¿Cuál es el aporte de las áreas protegidas del Sinap y los subsistemas que las articulan a la productividad y sostenibilidad ecológica y económica de los sectores productivos?	

ANEXO 2 Plan de trabajo específico de la Submesa de Conectividad (ámbito terrestre) (Avances construidos en 2012)			
Actividad Priorizada	**Requerimientos de Información**	**Subactividades**	**Producto Esperado**
Caracterizar las dinámicas y los procesos de fragmentación y transformación de coberturas naturales y los motores en zonas prioritarias del país.	· Imágenes de satélite con un rango amplio de años que permitan evidenciar mediante interpretación la recuperación o el deterioro de coberturas naturales (conectividad estructural). · Información de proyectos de desarrollo para la zona que se priorice.	· Análisis multitemporal. · Caracterización de los motores de pérdida de biodiversidad. · Identificación de zonas prioritarias para establecer conectividad.	· Análisis multitemporal de conectividad entre coberturas naturales por subsistemas regionales y/o temáticos. · Caracterización de las dinámicas y los procesos de fragmentación y trasformación. · Zonas prioritarias para establecer conectividad identificadas.
Identificar zonas de alta vulnerabilidad al cambio climático para definir estrategias de fortalecimiento a la capacidad de resiliencia.	· Análisis multitemporal de avance o retroceso de coberturas naturales y base cartográfica de polígonos de áreas protegidas (conectividad estructural). · Mapas de coberturas y uso del suelo. · Modelos de cambio de cobertura teniendo en cuenta escenarios de cambio climático.	· Identificar zonas de alta vulnerabilidad al cambio climático para aumentar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas a partir de la generación de conectividad. · Análisis de escenarios de cambio climático. · Definición de amenaza, capacidad adaptativa y vulnerabilidad al cambio climático de los ecosistemas presentes en las áreas piloto. · Análisis de servicios ecosistémicos en escenarios de cambio climático.	· Propuestas metodológicas para identificar conectividad. · Identificación de zonas altamente vulnerables al cambio climático.
Generar modelos de conectividad funcional para especies clave de acuerdo a las características del paisaje requeridas para su movilidad.	· Información sobre las especies clave. · Investigaciones sobre la ecología de especies focales a nivel de sistema y subsistemas (conectividad funcional). · Información primaria de distribución de especies obtenida de muestreos en campo. · Bases de datos de registros biológicos.	· Definir las especies clave para cada uno de las áreas seleccionadas. · Modelar áreas de distribución de las especies dependiendo de los diferentes escenarios de cambio climático.	· Análisis de requerimientos de hábitat por parte de las especies seleccionadas o grupos funcionales. · Modelos de conectividad funcional basada en las especies clave seleccionadas.
Realizar una propuesta de conectividad de redes ecológicas y sistemas productivos que aporte a la adaptación al cambio climático y a la protección de servicios ecosistémicos.	· Análisis de cambios de cobertura y fragmentación. · Zonas de alta vulnerabilidad al cambio climático. · Propuestas de conectividad funcional a partir de rasgos de especies clave.	· Diseño de corredores o redes ecológicas. · Identificación y caracterización del uso del suelo y los sistemas productivos. · Propuesta para incidir en los POT, aportando la metodología para la identificación de las áreas necesarias para conectividad. · Aportar a los determinantes ambientales, en coordinación con el MADS.	· Propuesta de conectividad: obtenido del análisis multitemporal, modelación y arreglo interinstitucional. · Propuesta de contribución de los sistemas productivos a la conectividad en las regiones seleccionadas. · Mapas de alerta de efectividad del manejo de las áreas protegidas a partir de la identificación de conectividad.

ANEXO 3 Plan de Trabajo Específico de la Submesa de Servicios Ecosistémicos (ámbito terrestre) (Avances construidos en 2012)			
Actividad Priorizada	**Requerimientos de Información**	**Subactividades**	**Producto Esperado**
¿Cuáles son los servicios ecosistémicos que sustenta los ámbitos de gestión del Sinap?	Coberturas naturales de acuerdo a *Corine Land Cover*. Polígonos de áreas protegidas. Tener en cuenta otras figuras de conservación, información cartografiable. Caracterización de actores que se benefician y consumen los servicios ecosistémicos. Como se están valorando los servicios ecosistémicos y como aporta al bienestar humano Verificación en campo de los procesos y las estructuras que sustentan los servicios ecosistémicos, orientada por información secundaria. Estructura, composición y función orientada a la caracterización de los servicios ecosistémicos. Límites estables de intervención para garantizar funcionalidad Información sobre los tipos de servicios ecosistémicos de soporte, regulación, provisión y culturales proveídos por las diferentes áreas protegidas objeto de análisis.	1. Identificación de una unidad espacial de análisis - unidades de cobertura de la tierra. 2. Priorización de grupos servicios a partir de usuarios dependiendo del tipo de servicios directos e indirectos y del tipo de ecosistemas. 3. Mapeo del ciclo de los servicios ecosistémicos. Debe identificarse donde se origina, donde se consume; incluir la valoración de servicios culturales. 4. Identificación de métodos para medir funcionalidad de los ecosistemas, con el fin de determinar los elementos de la biodiversidad que condicionan la oferta de los servicios ecosistémicos. 5. A partir de criterios, definir servicios de apoyo para los servicios ecosistémicos reconocidos por los usuarios. 6. Identificar qué tipos de intervenciones e impactos conducen a trayectoria de umbrales de cambio en la oferta der servicios ecosistémicos, determinando límites aceptables de funcionalidad. 7. Mapeo individual de servicios ecosistémicos y traslape de capas para ver sinergias entre estos.	Elementos y criterios para toma de decisiones, fundamentados en la funcionalidad de los ecosistemas para garantizar oferta de bienes y servicios en diferentes escalas, definiendo la escala en la que se origina y en la que se consume el servicio caracterizado. Listado de los principales servicios ecosistémicos priorizados por los usuarios por cada una de las regiones de los subsistemas de áreas protegidas. Contar con caracterización de servicios ecosistémicos de entrada (generalmente de provisión) para la caracterización de otros servicios de soporte, regulación y culturales asociados a estos. Uno de los servicios priorizados es la oferta hídrica. Contar con un mapa de funcionalidad, flujo de servicios ecosistémicos y elementos del sistema biofísico que lo sustentan a nivel de sistemas y subsistemas de áreas protegidas.

ANEXO 4
Plan de Trabajo Específico de la Submesa Marina en los temas de Conectividad y Servicios Ecosistémicos (Avances construidos en 2012)

Conectividad

Actividad Priorizada	Requerimientos de Información	Subactividades	Producto Esperado
Procesos físicos y oceanográficos a lo costero y marino que determinan la conectividad para el Caribe, el Pacífico e Insular.	Levantamiento de información de linea base.	Adquisición de imágenes. Análisis de imágenes. Captura de datos de campo. *Software* para procesamiento. Personal capacitado.	Modelos de corrientes, temperatura, salinidad, etc, patrones de distribución larval.
¿Cómo son los patrones de conectividad funcional de especies de interés comercial y ecológico?	Conocimiento de corrientes a nivel local para tratar de dilucidar el patrón regional (P.e: surgencia en Guajira, recirculación local en Morrosquillo -autoreclutamiento y retención larval).	Definir la especie y el uso de hábitat. Esta deberá quedar acorde con programas y planes en curso, de amplia distribución, que cumpla ciclo de vida o parte de este dentro de las AMPS: Permisos de toma de muestras. Análisis molecular. Trabajo de campo. Establecer el modelo de conectividad de la especie seleccionada.	Mapa genético entre poblaciones, estudio de paternidad.
¿Cómo son los patrones de conectividad estructural y de paisaje a nivel regional?	Información espacial y de dinámica sobre los hábitats o elementos del paisaje multiescalar. Coberturas acorde a mapa de ecosistemas.	Adquisición de imágenes. Análisis de imágenes. Captura de datos de campo. *Software* para procesamiento. Personal capacitado.	Modelos de conectividad espacial a nivel de paisaje.

Servicios Ecosistémicos

Actividad Priorizada	Requerimientos de Información	Subactividades	Producto Esperado
¿Cuáles son los criterios requeridos para mantener procesos, funciones y flujo de servicios ecosistémicos? ¿Cuáles son las áreas protegidas requeridas para mantener procesos, funciones y flujo de servicios ecosistémicos?	Unidades espaciales de análisis asociadas a coberturas naturales presentes en los polígonos de áreas protegidas y fuera de éstas. Análisis de conectividad entre coberturas naturales (articular con el grupo de conectividad). Información de caracterización que permita el análisis de composición, estructura y función de las coberturas naturales presentes en las áreas protegidas y fuera de éstas. Información sobre los tipos de servicios ecosistémicos de soporte, regulación, provisión y culturales proveídos por las diferentes áreas protegidas objeto de análisis.	Clasificar las AMP marinas y costeras en función de sus servicios ecosistémicos. Transferencia conocimiento del SPNN en la selección de criterios para la identificación de servicios ecosistémicos en las AMP.	Áreas marinas y costeras identificadas que garanticen el mantenimiento de procesos, funciones y flujo de servicio ecosistémico provistos para Sinap-SAMP.

ANEXO 4 Plan de Trabajo Específico de la Submesa Marina en los temas de Conectividad y Servicios Ecosistémicos (Avances construidos en 2012)			
Actividad Priorizada	**Requerimientos de Información**	**Subactividades**	**Producto Esperado**
¿Qué servicios ecosistémicos y a qué escala, se proveen en los diferentes niveles del Sinap (nacional, regional y local)?	Identificación de elementos estructurales (comunidades, ecosistemas, ensamblajes) que determinan la provisión de servicios ecosistémicos teniendo como referencia espacial las coberturas naturales (articular con el grupo de conectividad).	Espacializar los servicios ecosistémicos en relación de coberturas naturales y distribución de elementos estructurales.	Identificación de servicios ecosistémicos en los diferentes niveles del Sinap-SAMP (nacional, regional y local).
	Identificación de servicios ecosistémicos que no tienen valor de mercado (servicios intermedios). Identificación de escala de generación y aprovechamiento de los diferentes servicios ecosistémicos. Identificación de beneficiarios, interacciones físicas, ecológicas y socioeconómicas que ocurren en la generación y el aprovechamiento de servicios ecosistémicos.	Hacer un inventario de servicios ecosistemicos (incluyendo servicios intermedios) y su escala de influencia. Establecer usuarios directos e indirectos de los servicios ecosistemicos en sus diferentes escalas.	

ANEXO 5 Plan de trabajo general de la MIM				
Meta del PA - Sinap	**Indicador meta PA - Sinap**	**Actividades del PA - Sinap**	**Actividades de la mesa**	**Productos esperados**
Plan de investigación de los atributos biológicos, culturales y sociales de las áreas protegidas y los sistemas y Plan de monitoreo de sus valores objetos de conservación establecidos.	Plan de Investigación formulado de acuerdo con las líneas temáticas priorizadas.	Elaborar el diagnóstico nacional y regional de avances en investigación de los atributos biológicos, sociales y culturales de las áreas protegidas y los sistemas y del monitoreo de sus valores objetos de conservación.	Generar lineamientos para identificar necesidades de investigación e nivel regional (a nivel de subsistemas).	Propuesta metodológica para identificar necesidades de investigación a nivel regional.
		Formular de manera concertada entre los actores relevantes de los planes de investigación y monitoreo transdiciplinarios, interescalares y multicriterio.	Socialización de plan de investigación y monitoreo nacional, para su actualización.	Plan de Investigación y Monitoreo actualizado.
			Construcción de agendas de investigación y monitoreo por subsistemas de áreas protegidas.	Agendas regionales por subsistemas de áreas protegidas.
			Generar espacios de discusión sobre metodologías de monitoreo para el Sinap.	Documento de resultados de las discusiones del monitoreo en el Sinap.
		Generar alianzas estratégicas con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.	Generar alianzas estratégicas para búsqueda de financiación en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.	Alianzas establecidas.
Planes de investigación sobre los atributos biológicos, sociales y culturales de las áreas protegidas y los sistemas y de monitoreo de sus valores objetos de conservación implementados.	Líneas de investigación en desarrollo.	Promover y fortalecer la articulación, capacidad institucional y cooperación científica y técnica desde diferentes visiones y enfoques para la generación de conocimiento en el marco de la implementación de los planes.	Conformación y operación de grupos temáticos de Conectividad, Servicios Ecosistémicos, Submesa Marino, Representatividad de Especies y Cambio Global Ambiental.	Grupos temáticos operando.
		Formular, integrar y apoyar a la implementación y sostenibilidad de proyectos participativos de investigación y monitoreo.	Apoyar la formulación de planes específicos de trabajo por grupo temático.	Planes de trabajo formulados por grupo temático.

ANEXO 5 (Plan de trabajo general de la MIM)				
Meta del PA - Sinap	**Indicador meta PA - Sinap**	**Actividades del PA - Sinap**	**Actividades de la mesa**	**Productos esperados**
Vacíos y flujos de información para la toma de decisiones en las diferentes escalas espaciales del Sinap identificados.	Alianzas realizadas para el flujo de información del Sinap con el SIB y requerimientos de información identificados.	Generar alianzas estratégicas de administración de información en el marco del SIAC.	Operación del grupo Virtual de la MIM.	Grupo virtual de la MIM en el SIAC operando.
		Formular estándares y protocolos e interfaz para el almacenamiento y puesta a disposición de la información.	Promover el uso de estándares y plataformas de publicación de datos sobre biodiversidad que tiene a disposición el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia.	Estándares y plataformas de publicación de datos sobre biodiversidad divulgados en espacios de la MIM.
Sistema de administración e intercambio de información disponible para la toma de decisiones de los diferentes actores con responsabilidad en el Sinap consolidado.	Espacios de intercambio de información apropiados.	Administración de información en términos de la integración y generación de productos de uso general.	Promover los desarrollos conceptuales de los grupos temáticos a partir de los temas priorizados.	Documentos conceptuales de uso general resultado del trabajo de los grupos temáticos.
		Definir e implementar mecanismos que faciliten el acceso, manejo, divulgación, intercambio y distribución pública de información geográfica y documental para grupos meta del Sinap.	Promover los procesos de publicación de información geográfica y documental disponible en instrumentos existentes, disponibles y pertinentes a la naturaleza de la información como los centros de documentación del Sina y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. Divulgar los avances y resultados de la MIM, con el apoyo de la Mesa de Comunicaciones.	Información geográfica y documental disponible de los miembros de la MIM publicada en instrumentos pertinentes. Productos divulgativos.

Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap)