

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS
ALEXANDER VON HUMBOLDT

Serie: Indicadores de
Seguimiento y Evaluación
de la Política de
Biodiversidad

**2. Sistema de
Indicadores de
Seguimiento de la
Política de
Biodiversidad en la
Amazonia
Colombiana:
aspectos
metodológicos y
resultados**

Programa Política y Legislación
Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad
Unidad de Sistemas de Información Geográfica

Milton Romero
Sonia Sua
Nelly Rodríguez
Guillermo Rudas
Dolors Armenteras



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

©Instituto de Investigación
de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
2004

Los textos pueden ser utilizados total o
parcialmente citando la fuente

DIRECCIÓN GENERAL
Fernando Gast Harders

**COORDINADORA PROGRAMA
POLÍTICA Y LEGISLACIÓN**
María Claudia Fandiño

REVISIÓN TÉCNICA
Néstor Ortiz Pérez

EDICIÓN
Claudia María Villa García

**DISEÑO Y
DIAGRAMACIÓN**
Carolina Norato Anzola

PORTADA
Sonia Sua Tunjano

FOTOGRAFÍAS
Banco de Imágenes IAvH

IMPRESIÓN
Acta Nocturna

Cítese como:

Romero, M., Sua, S., Rodríguez, N., Rudas, G y Armenteras, D. 2004. Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia colombiana: aspectos metodológicos y resultados. Instituto de Investigación de Recursos Alexander von Humboldt. **Serie: Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política de Biodiversidad. 57 p.**

ISSN: 99999999



Libertad y Orden

REPÚBLICA DE COLOMBIA
Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial
Departamento Nacional de Planeación

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Sur de la Amazonia (CORPOAMAZONIA)

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico (CDA)

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Área de Manejo Especial de La Macarena (CORMACARENA)

Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas

TABLA DE
CONTENIDO

Agradecimientos.....	6
Prólogo.....	7
Introducción.....	11
1 La Amazonia.....	15
2 Metodología.....	19
Área de estudio del proyecto: selección de áreas piloto para prueba de implementación del sistema de indicadores.....	22
Tipos de indicadores calculados.....	24
a. Indicadores de estado de la biodiversidad.....	24
b. Indicadores de presión sobre la biodiversidad.....	24
c. Indicadores de respuesta.....	25
3 Resultados.....	27
Indicadores de superficie y diversidad de ecosistemas.....	30
Indicadores de fragmentación de los ecosistemas.....	31
Indicador de estado de la oferta hídrica.....	39
Indicador de estado de las condiciones de vida de la población.....	39
Indicador de presión demográfica sobre los ecosistemas.....	40
Indicador de presión por uso agropecuario del suelo.....	42
Indicador de presión por conflictos violentos.....	42
4 Discusión y conclusiones.....	43
Bibliografía	51

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA).

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia).

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena).

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales Nacionales (UAESPNN).

Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Comunidades Indígenas de la Región.

Juan Carlos Betancourth.

Carol Andrea Franco.

PRÓLOGO

Presento a las organizaciones ambientales públicas y privadas, y al público en general, esta segunda publicación de la Serie «Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política Nacional de Biodiversidad», titulada «Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana: aspectos metodológicos y resultados».

El primer documento desarrolló los aspectos conceptuales y metodológicos del Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, como respuesta a las recomendaciones del Convenio de Diversidad Biológica y de la Política Nacional de Biodiversidad. Vale destacar el marco conceptual de tendencias de la biodiversidad, la distinción entre indicadores de seguimiento y evaluación, los criterios de selección, los componentes de las hojas metodológicas y demás aspectos que buscan aportar elementos para un mejor conocimiento del estado de la biodiversidad, de las presiones que la afectan y de las acciones de la sociedad, todo a favor de un mejor conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

Esta segunda publicación muestra la «puesta a prueba» de ese marco conceptual y metodológico en una región como la Amazonia colombiana. Prueba de suma importancia, por dos razones principales: 1) el alto valor estratégico tanto para el país como para la humanidad, en la conservación y uso sostenible de los bosques tropicales, teniendo en cuenta las altas presiones antrópicas a que está siendo sometida en las últimas décadas; y 2) la escasa información disponible en la zona y la reducida producción de investigaciones y estudios sobre la franja colombiana de la Amazonia que pueda servir para el monitoreo de los cambios en el estado de la biodiversidad. Así, la experiencia adquirida permite que los indicadores aquí medidos, sean aplicables a las demás regiones del país, en la medida que cuentan con más y mejor información disponible.

Finalmente, un componente importante de resaltar en la realización del proyecto que sirvió de base a esta publicación fue la creación de un ambiente de trabajo interinstitucional, en el cual participaron diversas organizaciones del nivel nacional y regional. Además del Instituto Humboldt, participaron el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (en ese entonces Ministerio del Medio Ambiente), la Dirección de Política Ambiental del Departamento Nacional de Planeación, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y las tres corporaciones autónomas regionales de las áreas de estudio: Corpoamazonia, Cormacarena y CDA. También contribuyeron con sus aportes diversas comunidades locales, especialmente los grupos indígenas. Gracias a este esfuerzo conjunto es posible ofrecer hoy este producto, que esperamos sea importante insumo a nivel regional, de paradigma para otras regiones y que, a su vez, estimule futuras investigaciones y demás acciones que se requieren para consolidar el Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana.

Fernando Gast Harders
Director General

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt fue creado mediante la Ley 99 de 1993 y forma parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA) de Colombia. El Instituto es una corporación civil sin ánimo de lucro, vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, encargado de realizar investigación básica y aplicada sobre los recursos genéticos de la flora y la fauna nacionales, así como de levantar y formar el inventario científico de la biodiversidad en todo el territorio nacional¹.

En el marco de su estrategia de desarrollo del conocimiento sobre la biodiversidad en el país, el Instituto Alexander von Humboldt, conjuntamente con diversas entidades del SINA ha venido implementando el *Sistema Nacional de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia*. Esta segunda publicación de la serie divulgativa de indicadores está dirigida a profesionales y técnicos involucrados en la toma de decisiones sobre biodiversidad. Intenta resumir algunos fundamentos metodológicos del sistema de indicadores en su conjunto y lo más relevante, presentar un resumen de la aplicación de estos, con datos y resultados concretos, en esta importante región del país: la Amazonia colombiana. No obstante este documento no pretende introducir el desarrollo completo de los fundamentos conceptuales y metodológicos de este sistema, los cuales se encuentran ampliamente detallados en documentos previos (Sarmiento *et al.* 2000; Rudas *et al.*, 2002; Armenteras *et al.* 2002, 2003a; Rudas 2003; Ortiz *et al.* 2003).

La estrategia del Instituto Humboldt para la implementación del Sistema Nacional de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad contempla la estructuración de subsistemas regionales. Efectivamente y para tal efecto en el año 2001, se desarrolló la primera fase de implementación del *Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia* (Rudas *et al.* 2002) en el que participaron además del Instituto Humboldt, las corporaciones para el desarrollo sostenible del Norte y el Oriente Amazónico -CDA-, del Sur de la Amazonia -Corpoamazonia- y del Área de Manejo Especial La Macarena -Cormacarena-. Igualmente, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales Nacionales -UAESPNN- y la Dirección de Política Ambiental del Departamento Nacional de Planeación, DPA-DNP.

¹ Decreto 1603 de 1994. En: Diario Oficial (1994). Número 41465.29, Julio.

La Amazonia

1

Hoy en día, la Amazonia contiene más de la mitad de los remanentes de bosques tropicales del mundo y es objeto de una progresiva deforestación y de grandes cambios en los patrones de pérdida de ecosistemas (Laurance 1998, Whitmore 1997, Lima y Gascon 1999). Laurance *et al.* (2002), entre otros autores, sugieren que la Amazonia brasileña tiene las tasas absolutas de deforestación y fragmentación más altas del mundo.

Un gran número de estudios sobre las causas sociales, demográficas y económicas de la deforestación, sugieren que ésta ha sido determinada sobre todo por la presión de la población humana, la accesibilidad a los recursos naturales, el uso y la tenencia del suelo (Reis y Margulis 1991, Fearnside 1993, Wood y Skole 1998, Laurance 1998, Fearnside 2001, Nepstad *et al.* 2001, Portela y Rademacher 2001, Laurance *et al.* 2002). No obstante, estas investigaciones están centradas mayoritariamente en Brasil. Países como Colombia, con territorio amazónico fuera de la Amazonia brasileña, cuentan con muy poca información al respecto.

La Amazonia colombiana, con una extensión de 36.4 millones de hectáreas, equivalentes al 7.1% de la cuenca amazónica (Hurta-do 1992) y al 38.3% del territorio continental nacional, ocupa la porción suroriental del país desde el río Guaviare, al norte, hasta la frontera con Perú y Brasil, al sur y oriente, y el piedemonte de la cordillera Oriental, al occidente. Esta región es considerada como uno de los ecosistemas más complejos y dinámicos a nivel mundial y en términos generales representa un mosaico de diferentes comunidades biológicas típicamente caracterizadas por altos niveles de diversidad y endemismo. Pese a esto es uno de los ecosistemas más desconocidos y amenazados del trópico.

En Colombia existen estudios que evidencian las altas tasas de pérdida y transformación que experimenta la Amazonia. Ruiz (1989) estimó que 2.5 millones de hectáreas de bosque fueron

deforestadas a finales de los años 80. Sierra (2000) analizó la extensión, tasa de deforestación y fragmentación de los bosques amazónicos en el Napo, una región del oeste amazónico que incluye una porción de territorio colombiano. Los resultados de Sierra muestran que la deforestación es más acelerada en la parte colombiana de su área de estudio (0.9% de pérdida/año), debido al fuerte crecimiento de la población ocasionado por el desplazamiento desde los Andes hacia la Amazonia. A pesar de estas evidencias, son todavía insuficientes los estudios de seguimiento y monitoreo que permitan entender adecuadamente la dinámica de los procesos y patrones de deforestación en ésta región. Estudios cada vez más detallados y actualizados sobre la Amazonia colombiana son de gran utilidad. En esta dirección se destacan los resultados obtenidos durante la primera fase de implementación del *Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia colombiana*. Esta publicación presenta una síntesis de estos primeros resultados, cuyo texto y datos completos están disponibles en la página web del Instituto Humboldt (www.humboldt.org.co).

Metodología

2

El trabajo desarrollado en el Instituto Humboldt para el Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad se basa en la concepción empírica del concepto de biodiversidad, el cual contempla tres niveles de estudio de la misma: ecosistemas, comunidades y especies. No obstante el conocimiento actual sobre la distribución de los elementos de la biodiversidad de comunidades y especies en Colombia es incompleto para considerarlo dentro de este sistema de indicadores. Adicionalmente y debido a que un inventario biológico completo del país no está hoy en día terminado, el estudio de los diferentes tipos de ecosistemas puede ser utilizado como una aproximación de diversidad al nivel de comunidad y especies (Scott *et al.* 1987 y Scott *et al.* 1996).

Teniendo en cuenta que Colombia no cuenta con un inventario completo a nivel de especies, para este proyecto el Instituto consideró oportuno incluir dentro del esquema de indicadores de seguimiento, los indicadores de estado de los ecosistemas como aproximación al estado de la biodiversidad en el país. Es así como se busca medir la situación en que se encuentra la biodiversidad en un momento determinado, permitiendo hacer un seguimiento a los cambios que se presentan en el estado de la biodiversidad durante el transcurso de un proyecto, un programa o una política general.

En el desarrollo de este proyecto se consideró necesario definir conceptual y metodológicamente el nivel de biodiversidad sobre el cual se trabajaron los indicadores: los ecosistemas. Como se mencionaba en la introducción, esta publicación no pretende presentar el desarrollo completo de los fundamentos conceptuales y metodológicos de este trabajo. Estos fundamentos, incluyendo la definición de ecosistemas, se encuentran ampliamente detallados en documentos previos del Instituto (Romero y Sua 2002). No obstante, y muy brevemente, es importante definir el concepto de ecosistema utilizado por el Instituto Humboldt para este proyecto.

Un ecosistema se entiende como una unidad relativamente homogénea (distinguible a la escala de funcionamiento) de organismos que obran recíprocamente, de procesos ecológicos, y de elementos geofísicos tales como suelo, clima, y régimen del agua. Son definidos principalmente por el aspecto físico (geoforma) y estructura (fisionomía-cobertura) (Vreugdenhil *et al.* 2002).

Existen diversos enfoques sobre cuál es la forma más adecuada de delimitar los ecosistemas y qué criterios de clasificación deben usarse para cartografiarlos (Bailey 1996). Uno de los problemas o limitaciones intrínsecas al tratar de establecer fronteras entre ecosistemas, es que el hombre busca interpretar un fenómeno que es continuo en el mundo natural recurriendo a límites que se requieren como prerrequisito para el mapeo, el análisis y la administración de los recursos naturales. Los sensores remotos no permiten detectar la presencia o abundancia de individuos, especies o poblaciones, pero sí logran delimitar polígonos en la superficie terrestre donde existen condiciones uniformes de los componentes de un territorio (clima, suelos, vegetación, etc.); estos polígonos pueden considerarse como ecosistemas (Sharik 2000).

El mapeo de ecosistemas que se utilizó para el desarrollo del proyecto de indicadores en la Amazonia, se basa en el principio general ilustrado en la Figura 1: la delimitación de ecosistemas es función de los componentes del territorio y la escala de trabajo utilizada. Esta organización deja una estructura jerárquica abierta que permite incorporar información de biotas para caracterizar, al nivel de grupos biológicos, las unidades delimitadas de esta forma. Así, la delimitación de las fronteras ecosistémicas se realiza con los factores que controlan la distribución de los mismos a varias escalas, en vez de tener en cuenta sólo la biota presente en ellos (Bailey 1996). Esta delimitación se deriva de información suministrada por sensores remotos, combinada con información abiótica de diversa índole y de un proceso de validación tanto con fotografías aéreas como con trabajo directo en campo.

El potencial de este sistema se encuentra en la posibilidad de trabajar en varias escalas y en varios momentos del tiempo, ya que la delimitación se basa en factores que pueden ser analizados

con facilidad en periodos de tiempo diferentes y además complementarse con información de distribución de especies a medida que esta información es ampliada.

$$\text{Delimitación Ecosistemas} = f \left[\begin{array}{l} \text{clima} \\ \text{geomorfología, geología, suelos} \\ \text{vegetación} \end{array} \right] + \left[\text{escala} \right]$$

Figura 1. Modelo general de mapeo de ecosistemas (adaptado de Meidinger et al. 2000)

Área de estudio del proyecto: selección de áreas piloto para prueba de implementación del sistema de indicadores

En el marco del trabajo realizado en este proyecto, se realizó una selección, concertada con todas las instituciones participantes, de seis áreas piloto para el levantamiento de información a nivel de ecosistemas y de estimación de los indicadores: *Alto Putumayo, Macarena, La Chorrera, Puré, Mitú* e *Inírida-Matavén* (ver Figura 2).

La información de ecosistemas se construyó para dos momentos de tiempo: la década de los años 80 y el período 2000-2001. Estas áreas cubren una extensión total de 42.000 km² (9.39% de la Amazonia) distribuidos en 38 municipios (Tabla 1).

Tabla 1. Extensión y cubrimiento de las seis áreas piloto (AP), corporación para el desarrollo sostenible y número de municipios asociados a cada una de ellas.

Área Piloto (AP)	Corporación para el desarrollo sostenible	Área (km ²)	Porcentaje de la superficie total del área de estudio total de las 6 (AP)	Número de municipios asociados al AP
<i>Alto Putumayo</i>	Corpoamazonia	8,024	19.1	18
<i>Inírida-Matavén</i>	CDA	6,408	15.3	3
<i>La Chorrera</i>	Corpoamazonia	7,121	17.0	5
<i>Macarena</i>	Cormacarena	7,133	17.0	7
<i>Mitú</i>	CDA	6,267	14.9	3
<i>Puré</i>	Corpoamazonia	7,050	16.8	2

Para la selección de las áreas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- a) Interés particular de las diferentes instituciones involucradas en el proyecto, teniendo en cuenta aspectos como jurisdicción, presencia de áreas con ausencia de investigación o con procesos de investigación mínimos pero de importancia estratégica para la zona.
- b) Diversidad de ecosistemas (que las áreas seleccionadas tuvieran el mayor número de ecosistemas diferentes, que éstos estuviesen restringidos a algunos sectores o que fueran de vital importancia por procesos activos de pérdida de su cobertura original).
- c) Diversidad de especies (zonas con variados niveles de riqueza en especies de fauna y flora y diversos grados de exclusividad y endemismo).
- d) Diferentes tipos de presión antrópica diversa para permitir las comparaciones entre las áreas.
- e) Diversidad en el estado legal del territorio (resguardo indígena, parque nacional natural, reserva nacional natural, frente de colonización, reserva forestal, etc.), para analizar posibles efectos de estos entes sobre el estado de los ecosistemas.
- f) Accesibilidad a las zonas para garantizar verificación posterior de información en campo.



Figura 2. Localización geográfica de las áreas piloto del proyecto (Tomada de Rudas *et al.* 2002)

Tipos de indicadores calculados

Una vez construidos los mapas de ecosistemas para cada una de las áreas piloto y analizada la disponibilidad de información interna y externa, se procedió a calcular los indicadores de estado de los ecosistemas, de presiones antrópicas sobre ellos y de respuesta de política² para la Amazonia colombiana que forman parte del *Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia* (Rudas *et al.* 2002) y dan pautas para el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.³

a. Indicadores de estado de la biodiversidad

Estos indicadores que se describen a continuación, miden las *condiciones* o el *estado* en que se encuentra la biodiversidad en un momento determinado. Además, permiten hacer un seguimiento a los cambios que se presentan en el estado de la biodiversidad, determinados tanto por las presiones ejercidas sobre ella como por las acciones de política que se aplican para contrarrestar los efectos de tales presiones.

- **Indicadores de superficie de los ecosistemas.** Incluyen variables tales como la extensión y distribución de los distintos ecosistemas naturales no intervenidos en un momento determinado.

- **Indicadores de diversidad de ecosistemas.** Representan la riqueza y diversidad de ecosistemas en un área de estudio, poniendo en evidencia su riqueza y representatividad a nivel ecosistémico.

- **Indicadores de fragmentación de ecosistemas.** Entendiendo la fragmentación como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Saunders *et al.*, 1991), estos índices reflejan los patrones de fragmentación en un área de estudio e incluyen índices de número, tamaño, borde y forma de los fragmentos de los ecosistemas.

- **Indicador de estado de la oferta hídrica de los ecosistemas.** Entendiendo que uno de los servicios derivados de los ecosistemas es la regulación del recurso hídrico, éste indicador mide la disponibilidad del recurso en el tiempo

- **Indicadores de estado de la calidad de vida de la población.** Teniendo en cuenta que el ser humano forma parte de los ecosistemas, las condiciones de bienestar de la población asociada a cada ecosistema son un elemento fundamental para caracterizar las condiciones de estado de dicho ecosistema

b. Indicadores de presión sobre la biodiversidad

Estos indicadores describen presiones o factores económicos, sociales, demográficos, políticos y productivos que potencialmente pueden ocasionar cambios negativos en el estado de la biodiversidad. Para tal efecto se mide la magnitud de cada indicador asociado a cada una de distintas áreas de interés para efectos del análisis de la biodiversidad en la Amazonia: las áreas

² Para mayor información sobre el marco ordenador Estado-Presión-Respuesta, véase la publicación número uno de la serie "Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia". Ortiz *et al.*, (2004)

³ Los detalles de cada uno de los indicadores que aquí se presentan se consignan en las hojas metodológicas detalladas en Rudas *et al.* (2002).

piloto seleccionadas por el proyecto, las áreas de manejo especial administradas por la Unidad de Parques y las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible. En esta dirección se identificaron y midieron los indicadores de presión sobre de la biodiversidad que se describen a continuación:⁴

- Indicadores de presión demográfica sobre los ecosistemas. Estiman la situación actual y la evolución durante los últimos cincuenta años de las presiones derivadas del crecimiento demográfico, expresada en términos de la densidad de población en las distintas áreas de interés o en el territorio bajo su influencia directa.

- Indicador de presión por uso agropecuario del suelo. Mediante este indicador se estima la porción del territorio en el área de influencia de las áreas de especial interés que se encuentran dedicadas a actividades pecuarias.⁵

- Indicador de presión por intensidad de la actividad económica. Con base en información financiera, se construye un indicador que refleja la intensidad de la actividad económica que se realiza en el área de influencia de las áreas de interés.

- Indicador de presión por uso del agua. A partir de la información del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos - Ideam sobre el comportamiento de los recursos hídricos, se calculó un índice de escasez relativa del agua en cada una de las áreas de interés o en su respectiva área de influencia.

- Indicador de presión por conflictos violentos. Con base en las estadísticas de causas de mortalidad, este indicador estima la intensidad de situaciones de conflicto violento en cada una de las áreas de interés o en su respectiva área de influencia.

Adicional a los cálculos de los indicadores en las seis áreas piloto definidas en el proyecto, los indicadores también fueron calculados, a un nivel menos detallado, para las Áreas de manejo especial en la Amazonia colombiana y áreas de jurisdicción de las corporaciones de desarrollo sostenible.⁴

c. Indicadores de respuesta

Estos indicadores identifican las acciones y medidas de política que se realizan para obtener los escenarios deseados de conservación, conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad y reflejan las políticas públicas de los diferentes niveles: -nacional, regional y local- (Ortiz *et al.* 2003). En esta etapa de construcción del *Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana* se concentró el esfuerzo para este tipo de indicadores en lo referente a la declaración de áreas protegidas en el marco del Sistema Nacional de Parques Naturales Nacionales. Como ejemplo de indicador de respuesta que ha sido utilizado en el Instituto Humboldt en el marco del Sistema de indicadores de seguimiento y evaluación de la política de biodiversidad es la declaración legal de áreas protegidas.

⁴ Esta publicación sólo resumirá los indicadores obtenidos para las seis áreas piloto del proyecto. Para las otras áreas de especial interés (parques y corporaciones) se recomienda consultar los resultados del proyecto en Rudas *et al.* (2002).

⁵ En el Sistema de Indicadores este tipo de indicador expresa también el uso del suelo en actividades agrícolas. No obstante, en el caso específico de la Amazonia colombiana la información sobre uso agrícola es muy deficiente, de tal forma que sólo se ha podido construir este indicador para actividades pecuarias.

Resultados

3

A continuación se presenta un resumen de los resultados de la implementación de la primera fase del *Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia colombiana*. La primera fase de este proyecto se adelantó durante el año 2001 y el primer trimestre del año 2002. La metodología y explicación detallada de cada uno de los indicadores, así como los resultados completos y pormenorizados se encuentran en otros documentos del Instituto Humboldt (Rudas *et al.* 2002, Armenteras *et al.* 2002, Armenteras *et al.* 2003b).

En las seis áreas piloto definidas por el proyecto, que cubren una total de 4,14 millones de hectáreas y corresponden al 9.39% de la Amazonia colombiana, se encontró que los biomas mejor representados son el de los *bosques húmedos tropicales* (61.81% del total del área estudiada en esta zona piloto) y el de los *helobiomas de la Amazonia* (11.57%). En cuanto a ecosistemas, el de mayor extensión en todas las áreas corresponde al *bosque alto denso en planicies amazónicas moderadamente onduladas*,

con un total de 229,796 ha, que equivale al 6.98% del total de las áreas piloto. Siguen en su orden los *bosques altos densos en las planicies amazónicas onduladas y alomadas* (3.43%); los *bosques medio semidensos en planicies pericratónicas con afloramientos rocosos* (3.73%) y los *bosques medio semidensos de la llanura de inundación actual de los ríos andinenses* (2.32%).

La distribución de los ecosistemas varía de acuerdo con la posición geográfica de las áreas piloto, así como de las presiones poblacionales a las que se ven sometidas y las diferentes figuras legales presentes en ellas. De esta manera, en el piedemonte cordillerano donde existe la mayor presión poblacional, el porcentaje de ecosistemas naturales es bajo: en el Alto Putumayo (28%) seguido por el área de La Macarena (68.57%). Estos datos contrastan con los resultados de áreas de más difícil acceso, con algún tipo de figura legal⁶ y baja población como Mitú (91.24%), Inírida-Matavén (94.37%), y Puré (99.23%) (ver Tabla 2).



Figura 3. Porcentaje de ecosistemas naturales (PEN) en dos periodos de tiempo en las seis áreas piloto

⁶ Resguardo indígena, área protegida o reserva forestal, entre otras

Indicadores de superficie y diversidad de ecosistemas

Al comparar las décadas de los años 80 con el año 2000 se encontró que las áreas del Alto Putumayo y La Macarena muestran la mayor transformación de sus ecosistemas naturales, pasando de un 42.22% al 27.99% y del 78.69% al 68.57% del total de sus áreas estudiadas respectivamente. En contraste, el área de Puré es una zona altamente estable y sus ecosistemas

naturales se han mantenido. Los cambios para las áreas de Inírida-Matavén y Mitú no son tan dinámicos y solamente han pasado de un 97.98% a 94.37% y de 95.09% al 91,23% de sus áreas estudiadas, respectivamente. En la Figura 3 se muestra el porcentaje de ecosistemas naturales en cada una de las áreas piloto en los dos períodos de tiempo.

Tabla 2. Distribución de biomas (área en hectáreas) y número de ecosistemas por bioma dentro de cada una de las áreas piloto en dos momentos de tiempo

Bioma	Alto Putumayo			Macarena			Mitú			Inírida-Matavén			Puré			La Chorrera	
	NE	Área (ha) años 80	Área (ha) 2001	NE	Área (ha) años 80	Área (ha) 2001	NE	Área (ha) años 80	Área (ha) 2001	NE	Área (ha) años 80	Área (ha) 2001	NE	Área (ha) años 80	Área (ha) 2001	NE	1987
<i>Bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquia</i>	18	171,244	108,554	13	380,650	332,435	19	458,313	440,177	25	409,630	395,632	20	566,010	565,947	12	607,283
<i>Orobiomas andinos</i>	21	138,548	97,971	14	93,211	87,892											
<i>Helobiomas de la Amazonia</i>	4	26,705	17,612	6	42,782	34,104	9	16,478	14,684	16	218,396	209,193	17	132,786	131,734	12	48,288
<i>Litobiomas amazónicos</i>	1	415	367	3	12,160	9,488	4	15,453	15,467				3	1,973	1,957	7	44,487
<i>Peinobiomas llaneros</i>				5	31,855	25,260	7	105,235	101,057								
<i>Ecosistemas transformados</i>		465,269	577,677		152,728	224,207		30,806	54,902		12,861	36,062		4,286	5,418		12,059

NE - Número de Ecosistemas

En la Tabla 2 se relaciona la distribución de los biomas con el área total para cada año y el número de ecosistemas naturales. Se observa que los ecosistemas asociados a los *bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquia* son los que más han sido afectados en su área, en todas las áreas piloto. En el Alto Putumayo y La Macarena los *orobiomas andinos* le siguen en disminución de área. La pérdida de superficie en los ecosistemas asociados a los *helobiomas de la Amazonia, litobiomas amazónicos* y *peinobiomas llaneros* es bajo.

Al comparar la diversidad de ecosistemas naturales en las áreas pilotos, se encontró que el número de ecosistemas naturales oscila entre 30 y 45 siendo el área de Alto Putumayo la que presenta mayor número de estos ecosistemas. Le siguen La Macarena, Matavén – Inírida, Puré (40), Mitú (39) y la Chorrera (30). En cuanto a diversidad (Índice de Diversidad de Shannon, SDI) y similitud (Índice de Similitud de Shannon, SEI) las áreas del Alto Putumayo y La Macarena tienen los índices de similaridad y diversidad más altos, en tanto que la Chorrera presenta los menores valores (Tabla 3).

Tabla 3. Estado de diversidad de los ecosistemas, resultados de tres indicadores de diversidad de ecosistemas naturales a nivel de las áreas piloto (AP): número de ecosistemas naturales (NEN), índice de diversidad de Shannon (SDI) e índice de Similaridad de Shannon (SEI). (Fuente: Rudas *et al*, 2002)

ÁREA PILOTO	NEN (1)	SDI (2)	SEI (3)
Ecosistema Chorrera 1985	30	2.66	0.77
Ecosistema Macarena 1987	41	3.32	0.89
Ecosistema Macarena 2001	41	3.28	0.88
Ecosistema Matavén-Inírida 1985	41	3.01	0.81
Ecosistema Matavén-Inírida 2001	41	3.00	0.81
Ecosistema Mitú 1986	39	2.96	0.81
Ecosistema Mitú 2000	39	2.96	0.81
Ecosistema Puré 1985	40	2.80	0.78
Ecosistema Puré 2001	40	2.80	0.76
Ecosistema Putumayo 1989	45	3.34	0.88
Ecosistema Putumayo 2000	45	3.28	0.87

Indicadores de fragmentación de los ecosistemas

Alto Putumayo

Los resultados de la fragmentación de los ecosistemas en el Alto Putumayo, muestran que los ecosistemas transformados aumentaron de 14,804 fragmentos en 1989 a 17,805 en 2000. Los ecosistemas naturales presentaron una alta tasa de pérdida de

fragmentos en ese mismo periodo, pasando de 407 a 315. La mayoría de estos hacen parte de matrices estructurales compuestas por pastizales, mostrando condiciones poco adecuadas en cuanto a tamaño y forma que no posibilitan acciones tendientes al manejo y conservación (Figura 4)

En el año 2000, de los fragmentos naturales remanentes, los biomas del *bosque tropical de la Amazonia* fueron los que presentaron el mayor número de fragmentos con 176, en donde

sobresalen los ecosistemas de *bosque medio semidenso en planicies amazónicas moderadamente onduladas* (27), *bosque alto semidenso en terrazas altas de ríos andinenses* y *abánicos coalescentes* (24 y 19).

De otro lado y dentro de los *orobiomas andinos* con 150 fragmentos, los ecosistemas de *bosques altos densos húmedos subandinos en laderas con pendientes mayores del 50% del complejo Plutónico* (38), el *bosque medio húmedo subandino en laderas con pendientes mayores del 50% del complejo Plutónico* (24), y el *bosque alto denso húmedo subandino en espinazos con pendientes mayores del 50% de la formación Caballos y Villeta* (22), son los que presentan el mayor número de fragmentos.

En los *helobiomas de la Amazonia* de los 44 fragmentos remanentes, los *bosques medio semidensos en llanuras de inundación de ríos andinenses* (20) y los *bosques medio semidensos en terrazas bajas de ríos andinenses* (16) son los más fragmentados.

Respecto al tamaño medio de los fragmentos se aprecia una disminución promedio de 430 ha, con un tamaño medio para el segundo período de 1,241 ha y un coeficiente de variación promedio de 104. En los *orobiomas andinos* aquellos ecosistemas asociados a *bosque alto denso muy húmedo subandino con pendientes mayores del 50%* son los que han permanecido más estables en su tamaño en este periodo de tiempo. Por otro lado los ecosistemas ubicados en los *bosques tropicales de la Amazonia* y *Orinoquia* han presentado una variación con coeficiente cercano al 200, en especial aquellos asociados al *bosque alto denso y semidenso de abánicos coalescentes y coluvio aluviales*, el bos-

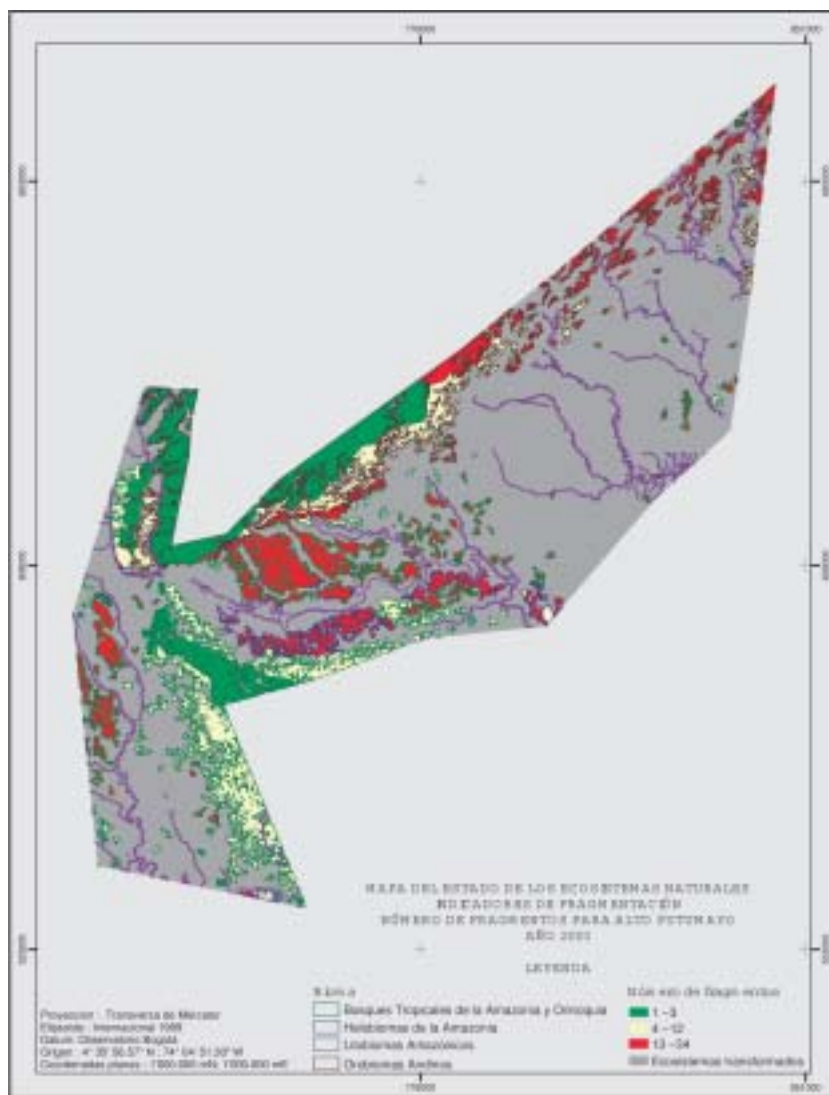


Figura 4. Mapa del estado de los ecosistemas naturales en el área del Alto-Putumayo: indicador de fragmentación de ecosistemas, número de fragmentos en el año 2001.

que alto denso de las planicies amazónicas onduladas y alomadas y el bosque medio semidenso de las llanuras de inundación de los ríos andinenses.

La media del índice de forma toma valores entre 6.16 y 1.50 con un valor medio de 2.85 para el año 2001 y de 2.68 para 1989. En el 2001 los ecosistemas de bosque alto denso húmedo y muy húmedo subandino en laderas con pendientes mayores al 50% del complejo volcánico sedimentario y el bosque alto denso húmedo andino en laderas con pendientes mayores al 50% de la formación Caballos y Villeta son los que presentan el mayor grado de fragmentación dentro de los orobiomas andinos. Los ecosistemas de bosque alto denso en asociaciones de glaciar y terrazas, y en planicies amazónicas onduladas y alomadas del terciario amazónico y el bosque medio abierto de sistemas colinados moderadamente disectados dentro de los biomas del bosque tropical de la Amazonía y Orinoquia, presentan los más altos valores de índice de forma.

Macarena

En el área de La Macarena el número de fragmentos naturales se reduce de 435 en 1987, a 386 en 2001. El bioma con mayor número es bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquia (209), seguido de helobiomas de la Amazonia (101) orobiomas amazónicos (45), Peinobiomas amazónicos (16) y litobiomas amazónicos (15). Los ecosistemas que más han perdido fragmentos son los bosques altos densos en planicies amazónicas planas, pasando de 40 a 36 y los bosques altos densos en llanuras de inundación de ríos andinenses, pasando de 35 a 33. Los fragmentos de los ecosistemas transformados (pastos, cultivos y vegetación secundaria) aumentaron de 10,382 a 12,692 en este mismo periodo.

El tamaño medio de los fragmentos para los ecosistemas naturales se ha reducido en aproximadamente 258 ha, alcanzando valores máximos de 13,313 ha y mínimos de 111 ha. Algunos ecosistemas con valores bajos se asocian a los helobiomas de la Amazonia, y peinobiomas llaneros con valores entre 111 a 391. Por otra parte, los arbustales densos montanos y submontanos en laderas con especificación de forma del terciario inferior de La Macarena, los bosques altos densos en planicies amazónicas onduladas y alomadas del terciario y terrazas altas de los ríos amazónicos, las sabanas altas densas en planicies orinocenses arenosas planas del terciario inferior de La Macarena, y los bosques altos densos montanos y submontanos en piedemonte plano de La Macarena del terciario amazónico presentan valores altos de tamaño medio de los fragmentos (Figura 5).

La media del índice de forma (MSI) toma valores entre 6.84 y 1.59 con un valor medio de 3.23 para el año 2001 y de 3.17 para 1985. Para 2001, se observó que algunos ecosistemas de los peinobiomas llaneros y los bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquia presentan los valores más altos destacándose los ecosistemas de las sabanas arboladas bajas en planicies orinocenses arenosas planas al borde del escudo y del terciario inferior de La Macarena (6,84 y 4,86), los bosques medio denso montano y submontano en piedemontes inclinados de La Macarena del terciario amazónico (4,68) y las sabanas arboladas bajas en planicies orinocenses arenosas con mantos eólicos al borde del escudo (4,36).

Mitú

En el área de Mitú en el año 2000, de los 457 fragmentos de ecosistemas naturales, el bioma con el mayor número de frag-

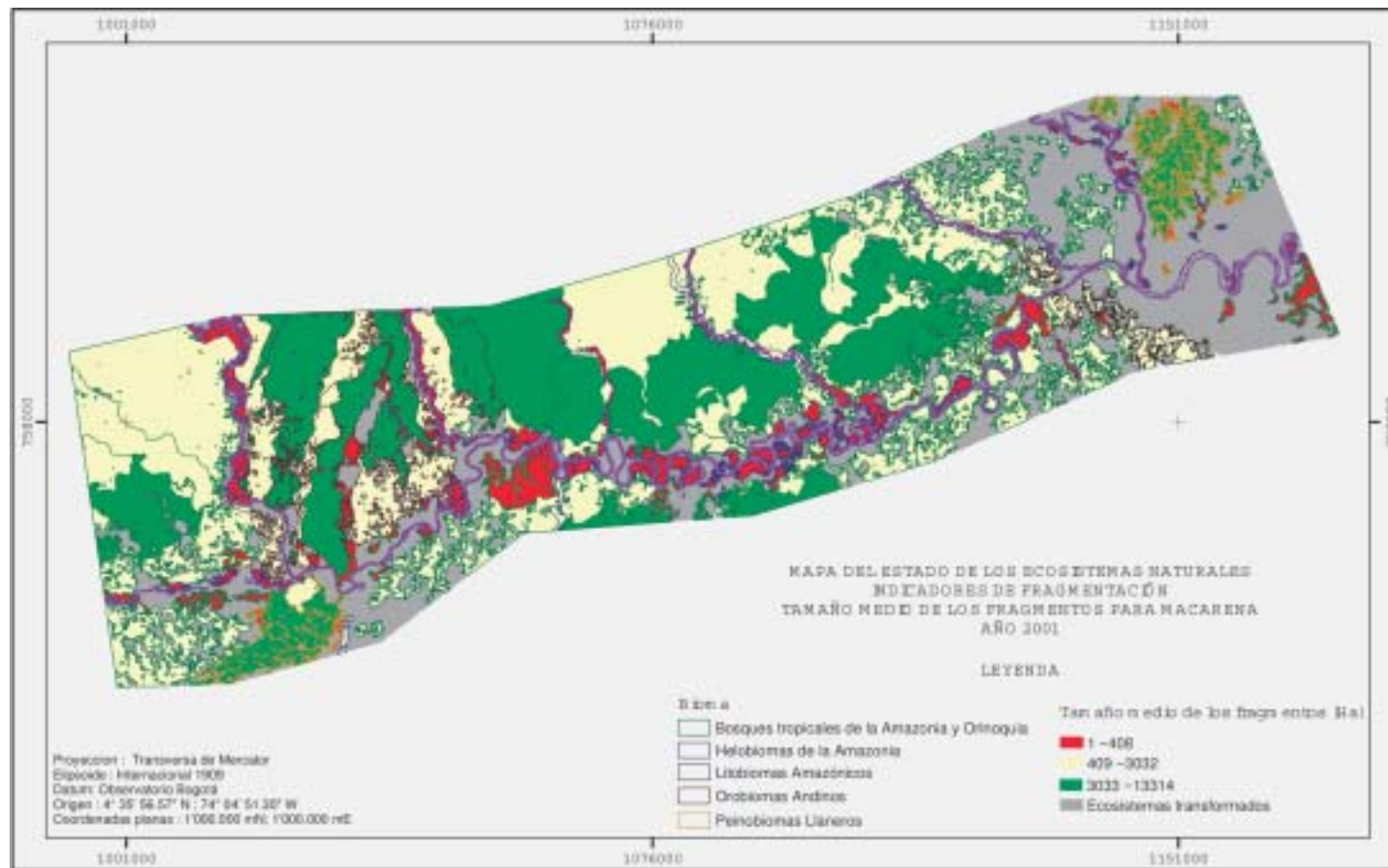


Figura 5. Mapa del estado de los ecosistemas naturales en el área de La Macarena: indicador de fragmentación de ecosistemas, tamaño medio de los fragmentos en el año 2001. Áreas en gris indican ecosistemas transformados

mentos fue *bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquía* (211), seguido de *peinobiomas amazónicos* (172), *helobiomas de la Amazonia* (51) y *litobiomas amazónicos* (23). La tasa de cambio de los ecosistemas en esta área presenta valores promedios bajos de sólo un 0.5%, manifestado en los 1,249 fragmentos de

ecosistemas transformados en 1987, los cuales pasaron a 1,286 en el 2000.

Se observa una disminución en el número de fragmentos de ecosistemas naturales durante los períodos analizados: de 457

en el año 1986 pasaron a 336 en el 2001. Similar comportamiento se presenta para los ecosistemas transformados donde el aumento ha sido de 37 fragmentos, con un tamaño medio para el año 2001 de 13.58 ha para chagras (pastos y cultivos) y 137 ha para vegetación secundaria.

En los biomas de los *bosques tropicales de la Amazonia y Orinoquia*, cuyos ecosistemas han sido más ampliamente transformados se destacan el *bosque bajo semidenso en planicies pericratónicas con afloramientos rocosos* y en *planicies pericratónicas alomadas y onduladas* con 54 y 34 fragmentos respectivamente. En los *peinobiomas amazónicos* se resaltan los ecosistemas de los *bosques medio y bajo semidensos en asociación de terrazas antiguas y laderas de la formación Pira-Paraná*, con 73 y 51 respectivamente. En los *helobiomas de la Amazonia*, los ecosistemas de los *bosques bajos y bosques medios semidensos en las llanuras de inundación de ríos amazónicos* presentan 15 y 14 fragmentos respectivamente y por último en los *litobiomas amazónicos* los ecosistemas de *arbustales abiertos densos y bosques bajos abiertos y semidensos en cerros residuales en cimas planas de la formación Aracuara* (9 y 8 respectivamente)

El tamaño medio de los fragmentos para los ecosistemas naturales se ha reducido en aproximadamente 204 hectáreas, arrojando un promedio de MPS para el año 2001 de 1581.9 ha, con valores máximo de 10,883 ha y mínimo de 82 ha para toda el área piloto. Los valores más bajos de este indicador se presentan en los *helobiomas amazónicos* con un promedio de 306 ha y en los *peinobiomas amazónicos* con 893 ha. De otra parte los *litobiomas* y *helobiomas amazónicos* en general muestran valores muy bajos de tamaño medio del fragmento; casi todos los ecosistemas que los conforman están con rangos inferiores a 390 ha (Figura 6).

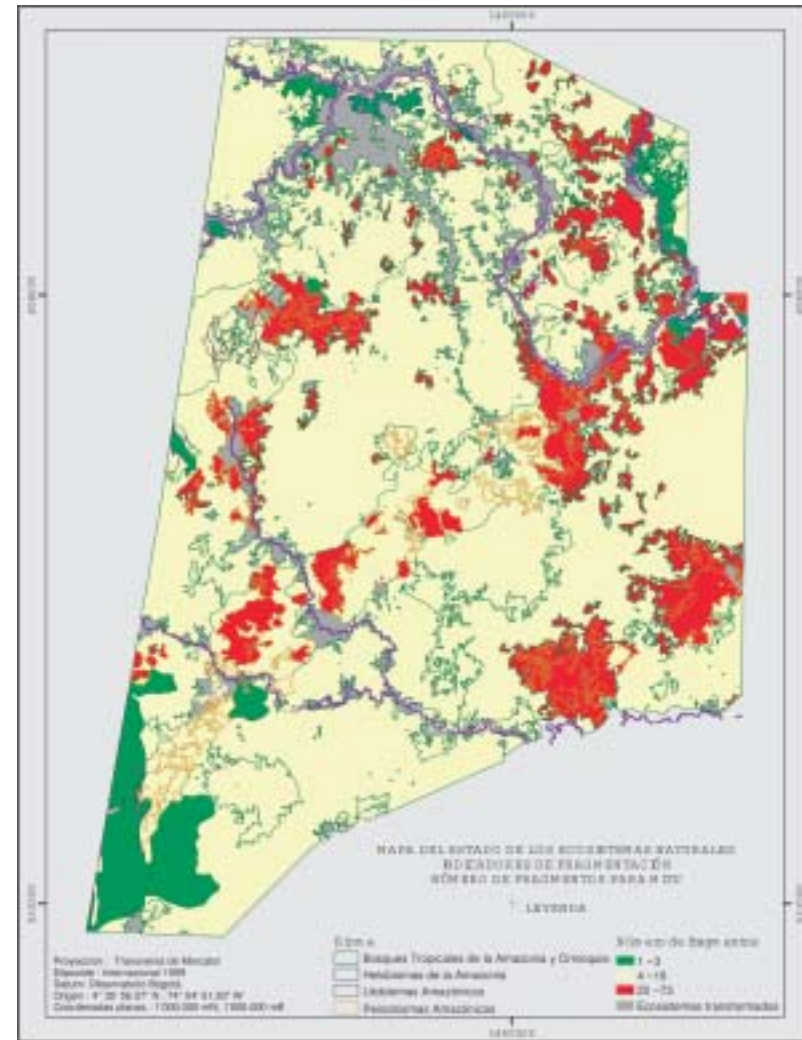


Figura 6. Mapa del estado de los ecosistemas naturales en el área de Mitú: indicador de fragmentación de ecosistemas, tamaño medio de los fragmentos en el año 2000. Áreas en gris indican ecosistemas transformados.

un valor medio de 2.70 para el año 2001 y de 2.62 para 1986. El *bosque húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia* y los *helobios amazónicos* presentan los índices de forma promedios más altos; por el contrario el *peinobioma amazónico* tiene los menores valores .

Los ecosistemas más fragmentados son los *bosques medios semidensos de planicies pericratónicas con afloramientos rocosos y fuertemente onduladas* y el *bosque medio semidenso de planicies estructurales ligeramente onduladas (bosque húmedo tropical)* los bosques bajos semidensos en vallecitos erosionales y *terrazas bajas de ríos amazonenses (helobios amazónicos)* y el *ecosistema de bosque bajo semidenso en llanuras aluviales antiguas (peinobios amazónicos)*.

Inírida - Matavén

En el área de Inírida –Matavén los 358 fragmentos naturales que existían en el 1985, pasaron a 335 en el año 2001. Esta pérdida de ecosistemas se manifiesta en los biomas de los *bosques tropicales de la Amazonia* principalmente en los ecosistemas de *sabanas abiertas bajas en las planicies pericratónicas planas y ligeramente onduladas del precámbrico con influencia de granitos*, y *bosques medios densos en planicies pericratónicas planas*. Dentro de los *helobios de la Amazonia* los ecosistemas de *bosques medios secos en las llanuras de inundación de ríos amazonenses y andinenses* (20 y 14) y los *bosques medio densos en llanuras y terrazas bajas de inundación de ríos andinenses* (17, 16) son los que presentan el mayor número de fragmentos.

El tamaño medio de los fragmentos, muestra que los ecosistemas con mayor tamaño promedio son (Figura 7): *bosque medio denso en las planicies arenosas planas al borde del escudo, bosque*

medio denso en las terrazas medias de los ríos andinenses, bosques bajos altos en asociación de planos de inundación y terrazas bajas antiguas de ríos amazonenses y bosques bajos densos en planicies antiguas ligeramente onduladas.

La media del índice de forma toma valores entre 5.28 y 1.53 con un valor medio de 2.54 para el año 2001 y de 2.28 para 1985. Para el año 2001, se observa un incremento de este índice en los valores en el bioma de *bosque húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia*. No ocurre lo mismo con los demás índices de forma que mantienen la misma tendencia en los períodos analizados.

En cuanto a los índices de forma, se puede establecer que los ecosistemas con más riesgo de fragmentación en el *helobioma amazónico* son los bosques asociados a las terrazas bajas tanto de ríos amazonenses como andinenses y en el bioma de *bosques húmedos tropicales* los ecosistemas de *bosques medios de las planicies pericratónicas ligeramente onduladas y de las terrazas medias*.

Puré

En el área del Puré se encontraron 40 ecosistemas representados por 441 fragmentos en 1987 y 443 en el 2000, siendo el área con menor porcentaje de cambio en fragmentos de las áreas piloto. El mayor número de fragmentos se ubica en los biomas del *bosque húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia* y en el *helobioma amazónico*.

Los ecosistemas naturales con mayor número de fragmentos son los *bosques altos densos de las planicies amazónicas moderadamente onduladas* (65) y ligeramente onduladas (33) En cuanto a ecosistemas transformados, existen para el período 2001,

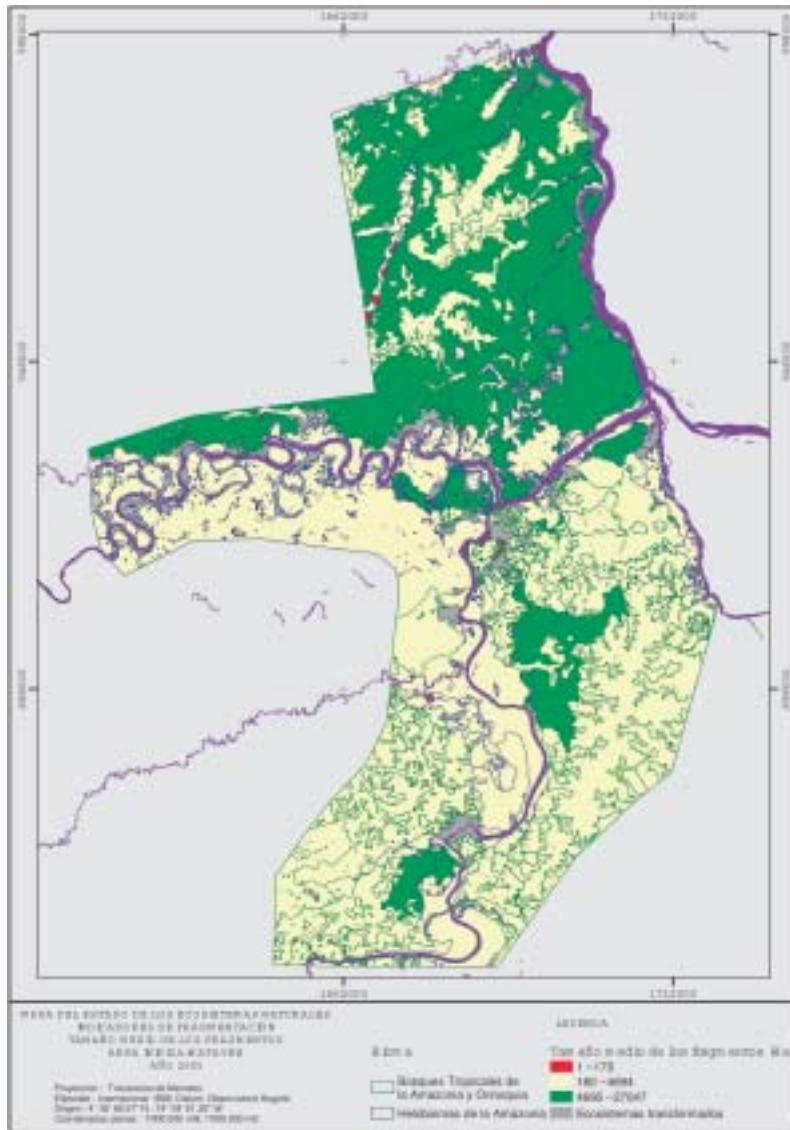


Figura 7. Mapa del estado de los ecosistemas naturales en el área de Inírida-Matavén: indicador de fragmentación de ecosistemas, tamaño medio de los fragmentos en el año 2001.

unos 153 fragmentos, evidenciándose un aumento de 43 fragmentos entre el lapso analizado (1985-2001).

El tamaño medio de fragmentos para ecosistemas naturales es de 1,223.64 ha con un coeficiente de variación de 205 ha para el período de análisis del 2001 (Figura 8). El bioma de *bosque húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia*, presenta los MPS mayores, con un promedio de 1,847 ha y una tasa de cambio muy baja, ya que en promedio la disminución en este índice es de 27 ha con respecto al año 1985. Le sigue en importancia de tamaño medio del fragmento los *helobiosomas amazónicos* con un promedio de 678 ha y por último los *litobiosomas amazónicos* con 158 ha. Para los *helobiosomas* se evidencia una reducción en el tamaño promedio de los fragmentos de aproximadamente 175 ha para las épocas de análisis.

La media del índice de forma tiene valores entre 5.10 y 1.12 con un valor medio de 2.34 para el año 2001 y de 2.32 para el año 1985. Esto indica que, a pesar de no haber existido un proceso grave de fragmentación de ecosistemas que lleve a la pérdida de cobertura, un proceso de menor grado e incipiente de fragmentación pero no de menor importancia está sucediendo en los bordes de los ecosistemas naturales y está afectando la forma de sus fragmentos.

Los *helobiosomas de la Amazonia* en términos generales presentan los valores más altos de forma y dentro de él, el ecosistema de *bosque medio denso en llanuras aluviales de inundación de ríos amazónicos* exhibe los valores máximos; esto se explica en parte por la distribución de este ecosistema, el cual está asociado a lo largo de la zona de inundación de los ríos amazónicos cuyas formas características son estrechas y alargadas. Le siguen los ecosistemas de bosques medio denso de las llanuras de inundación de ríos andinenses y terrazas bajas de ríos amazónicos (*helobiosomas de la Amazonia*), *bosques medios densos en plani-*

Indicador de estado de la oferta hídrica

Como era de esperarse, la disponibilidad hídrica es elevada en la región amazónica, tal como se refleja en los índices de oferta de agua en todas las regiones estudiadas. Las áreas de Inírida-Matavén y Mitú se encuentran ubicadas en el límite medio alto con respecto al total nacional y el área del Alto Putumayo en el límite bajo-medio.

En las áreas piloto la máxima oferta de agua (L/seg-km²) en el año medio, expresada en litros por segundo por kilómetro cuadrado (l/seg-km²), se presenta durante el mes de julio; y la mínima en los meses de enero y febrero (Figura 9). Se presenta un índice de variación de caudales alto en el área de Inírida-Matavén (0.59), siguiéndole Mitú (0.49), La Macarena (0.44), La Chorrera (0.42) y el Alto Putumayo (0.33), siendo este último bajo. Con respecto al año seco, la variación de caudal esalta en Inírida-Matavén (0.63) y La Chorrera (0.61), siguiéndole Mitú (0.53), La Macarena (0.35) y Alto Putumayo (0.35).

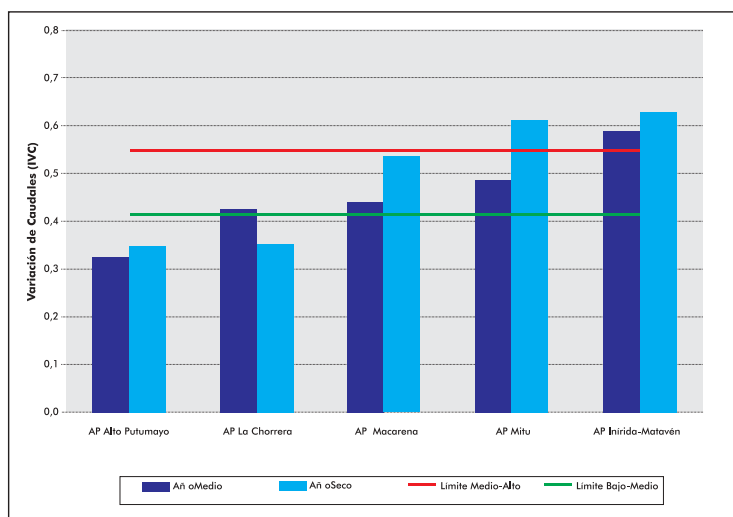


Figura 9. Gráfico del estado de los ecosistemas en los municipios con territorio en áreas piloto: indicador de variación de caudales (año medio y año seco) (extraído de Rudas *et al.* 2002)

Indicador de estado de las condiciones de vida de la población

Este indicador, medido con base en el Índice de Condiciones de Vida de la Población (ICV) construido por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), establece una escala de 0 a 100 que identifica los niveles de mejores condiciones de vida a medida que este ICV arroja un mayor valor. Para el análisis de las condiciones de vida del total de la población en las zonas de influencia de las áreas piloto del proyecto no hay disponibilidad de información para cuatro de estas seis áreas: Inírida-Matavén, La Chorrera, Mitú y Puré. Para el Alto Putumayo el índice es de 62.4 y para La Macarena alcanza sólo 50.5 (Figura 10).

Estos resultados muestran niveles bajos de calidad de vida en relación con el promedio nacional. Esta tendencia se mantiene tanto para la población de las cabeceras municipales, como para la rural. Por otra parte, por las condiciones metodológicas con las cuales se construye este ICV, sus valores no incluyen a la población indígena toda vez que para este tipo habría que considerar otros elementos para medir sus condiciones de vida.

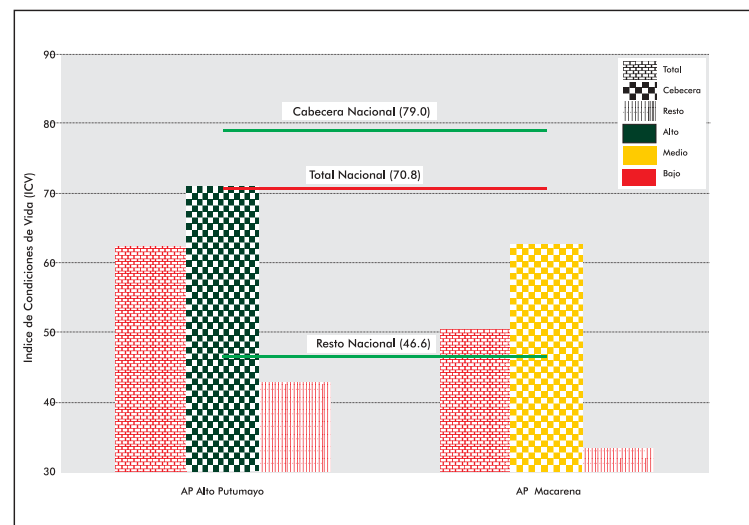


Figura 10. Indicador de estado: índice de condiciones de vida (ICV) en los municipios con territorio en las áreas piloto (AP) Indicador de presión demográfica sobre los ecosistemas

Indicador de presión demográfica sobre los ecosistemas

En cuanto a las condiciones de densidad poblacional total (Figura 11, Tabla 4), se observa que en el Alto Putumayo hay una densidad poblacional alta desde 1964 (en 1951 esta densidad se manifestaba media) En el área de La Macarena la densidad de población ha sido media desde 1973 (primer año para el cual existe información). En el área de Inírida–Matavén la tendencia ha aumentado, puesto que en 1973 la densidad era baja, mientras que en 1985 y 1993 ascendió a un nivel medio. El área de Mitú presenta una densidad poblacional baja en el periodo comprendido desde 1951 a 1973, indicando una densidad media desde 1973 hasta 1993. Las áreas de La Chorrera y Puré poseen información desde 1973 y su tendencia se ha mantenido baja.

La tasa de crecimiento entre estos mismos periodos para el total de la población ha oscilado entre 3.4 y 7.1% anual en las áreas piloto (Tabla 4). El área de La Macarena ha tenido una tasa anual de crecimiento de 7.1%, siguiéndole Puré (6.7%), La Chorrera (5.5%), Alto Putumayo (4.5%), Inírida–Matavén (3.6%) y Mitú (3.4%) Para las cabeceras municipales, ésta tasa ha sido mayor en el área de La Macarena y La Chorrera (6.9%), siguiéndoles Puré (6.4%), Alto Putumayo (5.6%), Mitú (4.8%) e Inírida–Matavén (1.8%) Con respecto a la población rural, el crecimiento ha sido mayor en el área de La Macarena (7.4%), continúa Puré (6.9%), La Chorrera (5.3%), Inírida–Matavén (4.3%), Alto Putumayo (3.8%) y Mitú (2.8%)

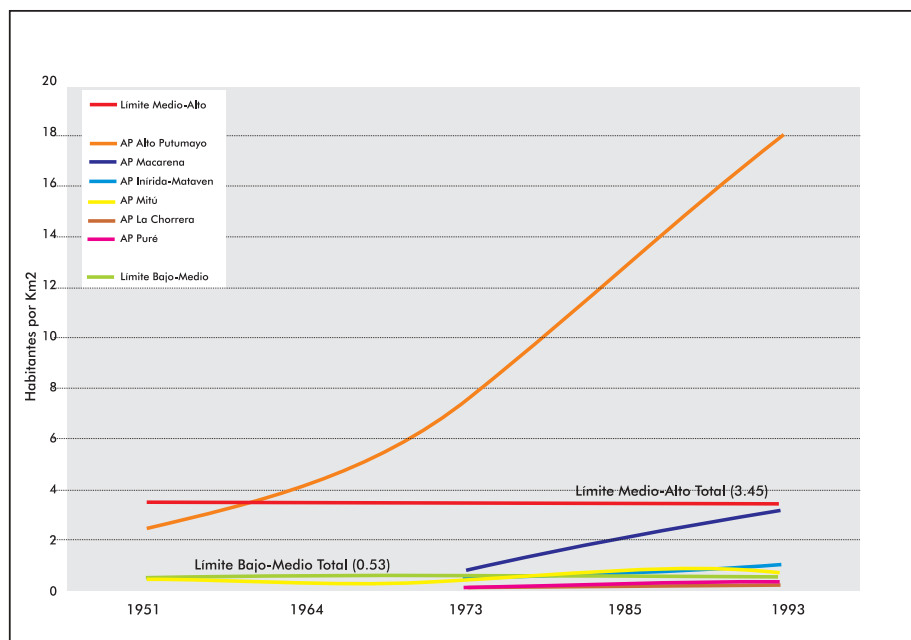


Figura 11. Gráfico de densidad de población total en los municipios con territorio en las áreas piloto (extraído de Rudas *et al.* 2002)

Tabla 4. Indicador de presión: densidad de población en municipios con territorio en áreas piloto (1951-1993) (Tomada de Rudas *et al.* 2002)

ÁREA PILOTO	Densidad de población rural (Hab/Km ²)					Densidad de población total (Hab/Km ²)				
	1951	1964	1973	1985	1993	1951	1964	1973	1985	1993
1 Puré			0.03 Bajo	0.09 Bajo	0.13 Bajo			0.06 Bajo	0.15 Bajo	0.22 Bajo
2 La Chorrera			0.10 Bajo	0.16 Bajo	0.30 Bajo			0.11 Bajo	0.17 Bajo	0.32 Bajo
3 Mitú	0.43 Medio	0.33 Medio	0.27 Bajo	0.68 Medio	0.47 Medio	0.44 Bajo	0.36 Bajo	0.34 Bajo	0.87 Medio	0.67 Medio
4 Inírida - Matavén			0.32 Medio	0.44 Medio	0.76 Medio			0.49 Bajo	0.67 Medio	1.00 Medio
5 La Macarena			0.56 Medio	1.51 Medio	2.45 Medio			0.76 Medio	2.5 Medio	3.16 Medio
6 Alto Putumayo	1.91 Medio	2.97 Medio	4.63 Alto	7.24 Alto	9.98 Alto	2.48 Medio	4.16 Alto	7.43 Alto	12.85 Alto	18.11 Alto
Total nacional	6.05	6.99	7.98	9.01	10.19	9.91	14.98	19.78	25.98	32.54

Bajo: Valores menores a la media de todas las observaciones del índice (rural y total, respectivamente), menos 0.5 desviaciones estándar de las mismas.

Medio: Valores entre la media de todas las observaciones del índice (rural y total, respectivamente) menos 0.5 desviaciones estándar, y la media más 0.5 desviaciones estándar.

Alto: Valores mayores a la media de todas las observaciones del índice (rural y total, respectivamente), más 0.5 desviaciones estándar de las mismas.

Datos en blanco = sin información

Indicador de presión por uso agropecuario del suelo

Por otro lado el indicador del uso del suelo en pastos muestra que el área de pastos tiene una participación alta en Putumayo y La Macarena (56.57% y 26,12% respectivamente) Para las demás áreas no existe esta información. Al compararlos con el nivel medio nacional (30.9%) se observó que en el área del Alto Putumayo el porcentaje del uso del suelo en pastos es casi el doble, mientras que en el área de La Macarena el porcentaje es un poco inferior a este promedio (Tabla 5).

Indicador de presión por conflictos violentos

Con respecto a las muertes violentas en las áreas piloto se comprobó que no existen datos estadísticos para la mayoría de las áreas de trabajo (Tabla 5). Para el Alto Putumayo de los 18 municipios trabajados, 15 presentan información que muestra un valor promedio alto de 27.9% de muertes violentas sobre el total de defunciones, con igual tendencia en el área de La Macarena donde llega a un 38%. Al comparar estos datos con la media nacional se observa que en estas dos áreas el porcentaje de muertes violentas supera el promedio nacional.

Tabla 5. Indicadores socioeconómicos y demográficos en las áreas piloto (Extraído de Armenteras *et al.* 2003b)

ÁREAS PILOTO*	Índice de calidad de vida		Población (1993) (Número de habitantes)		Densidad de población** (hab/Km ²)		Crecimiento anual de población (%)			Áreas en pastos (% área total)	Muertes violentas (%)
	Rural	Total	Rural	Total	Rural	Total	73-85	85-93	73-93		
Alto Putumayo	42.9	62.4	213,549	388,062	9.98	18.11	3.7	4.0	3.8	56.6	27.9
La Macarena	33.4	50.5	96,690	127,306	2.45	3.16	8.2	6.0	7.4	26.1	38.0
Inírida–Matavén	s.i.	s.i.	13,942	18,367	0.76	1.00	2.6	6.8	4.3	s.i.	s.i.
La Chorrera***	s.i.	s.i.	20,146	22,963	0.30	0.32	3.6	7.9	5.3	s.i.	s.i.
Mitú	s.i.	s.i.	9,768	13,896	0.47	0.67	7.7	-4.5	2.8	s.i.	s.i.
Puré	s.i.	s.i.	3,028	5,227	0.13	0.22	8.3	4.7	6.9	s.i.	s.i.

* Total de indicadores para municipios con área dentro de las áreas piloto; **Media de la participación de los municipios con área dentro del área piloto; ***Datos de los 1980 (información no disponible para el 2000); s.i. sin información

Discusión y Conclusiones

4

Los resultados que se presentan en este documento son uno de los pocos ejemplos de cuantificación conjunta del estado de la biodiversidad a nivel ecosistémico en diferentes momentos de tiempo, los cambios acontecidos en varias áreas para un mismo periodo y la interrelación de las posibles causas demográficas y socioeconómicas que originan estos cambios.

De acuerdo con el objetivo inicial del proyecto, probar la validez de implementar un sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad, los resultados de muestran la importancia de analizar conjuntamente las variables de estado, de presión y de respuesta integradas en un sistema como el aquí empleado.

Los resultados nos sugieren que los indicadores simples de seguimiento de las presiones ejercidas por factores socioeconómicos, políticos y productivos, permiten identificar cambios que estas presiones generan sobre la biodiversidad y que se reflejan en el comportamiento de indicadores de estado de la biodiversidad ta-

les como los de distribución de superficie, de diversidad y de fragmentación de los ecosistemas.

Una de las conclusiones básicas que se derivan del sistema de indicadores en su estado actual de desarrollo se relaciona con la alta incidencia de la presión demográfica sobre los índices de pérdida de área remanente de ecosistema naturales. Otro aspecto altamente relevante que se identifica a partir de los resultados del sistema de indicadores es la forma en que continuarían siendo afectados estos ecosistemas naturales remanentes si prevalecen las tendencias que han operado durante los últimos 15 años.

Para observar las relaciones entre los índices de estado de los ecosistemas remanentes y las presiones demográficas, se procedió a relacionar este índice de estado con el índice de presión respectivo para cada una de las áreas piloto. El resultado es altamente concluyente: existe una alta correlación entre la densidad de población actual en cada área de estudio y el nivel de pérdida de ecosistemas naturales en las respectivas áreas (Figura 12).

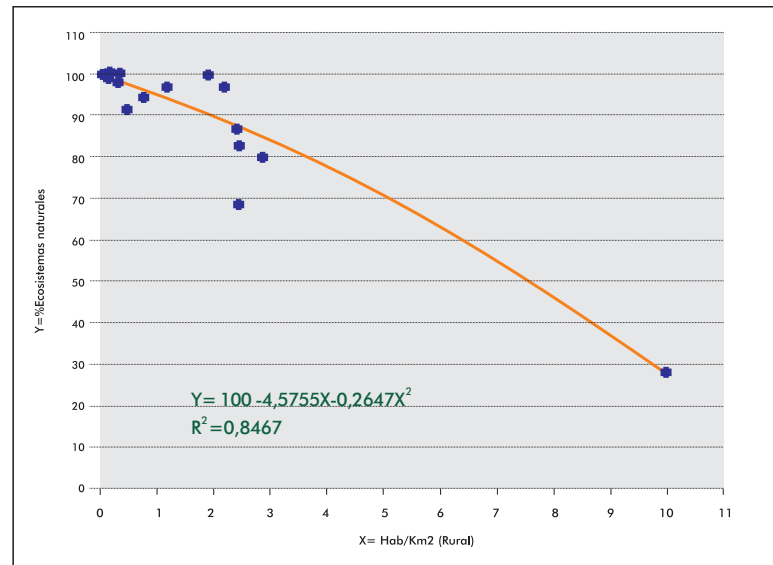


Figura 12. Ecosistemas naturales remanentes en función del indicador de presión demográfica (Tomada de Rudas et al. 2002)

Una conclusión adicional básica derivada de los resultados del sistema de indicadores se relaciona con las tendencias de degradación de los ecosistemas naturales de la Amazonia colombiana. Tal como se explicó en la sección referente a la metodología de construcción del sistema de indicadores, para efectos de su diseño se seleccionaron seis áreas piloto de aproximadamente 500.000 hectáreas cada una. Uno de los criterios que se aplicó para esta selección se refiere precisamente a la diversidad de niveles de intervención humana, con la finalidad de aplicar el sistema de indicadores bajo distintos escenarios de degradación de los ecosistemas naturales.

Una vez seleccionadas las áreas, en cada una de ellas se llevó a cabo la identificación y medición del estado de los distintos ecosistemas naturales e intervenidos en dos momentos del tiempo: alrededor de mediados de la década de los años ochenta y en el año 2000. Con base en esta información, para cada uno de los ecosistemas naturales identificados se establecieron las tendencias de deterioro de estos ecosistemas durante los 15 años del período estudio. Al proyectar estas tendencias se puede observar el comportamiento de los ecosistemas naturales en cada una de estas áreas piloto, si dichas tendencias se mantienen inalteradas durante los próximos 50 años (Figura 13).

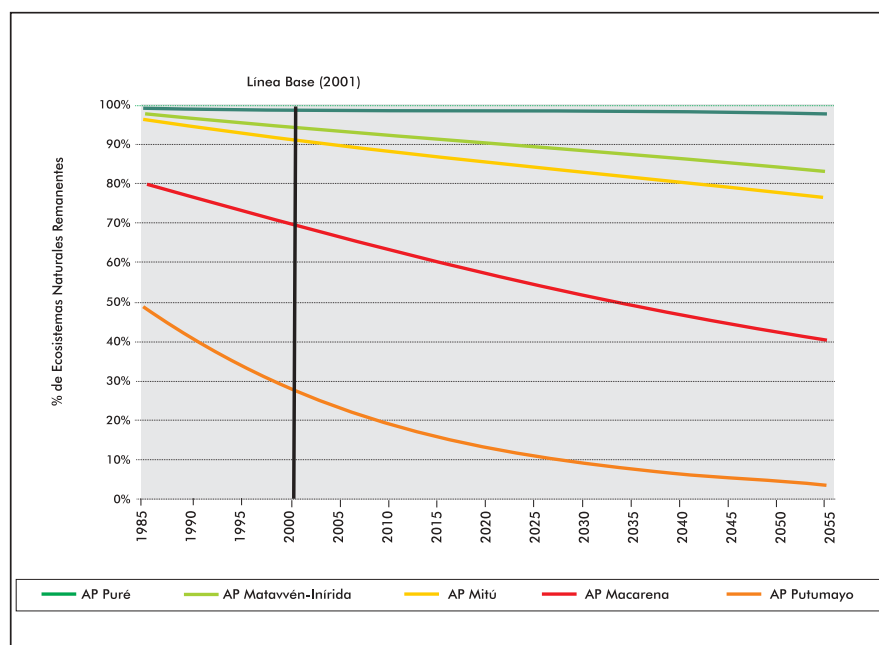


Figura 13. Tendencias de degradación de ecosistemas naturales en las áreas piloto (1985-2055) (Extraída de Rudas *et al.* 2002)

Tal como puede observarse en la Figura 13, algunas de las regiones estudiadas presentan situaciones de baja incidencia de la actividad humana sobre la degradación de sus ecosistemas. Es el caso del área piloto de Puré, si se mantienen las tendencias que han regido durante los últimos años, estos ecosistemas pueden permanecer prácticamente inalterados. En contraste, la situación aparece con graves señales de riesgo para otros ecosistemas, especialmente aquellos localizados en las áreas de Putumayo y La Macarena. En estas dos regiones las señales son francamente alarmantes.

La situación del Alto Putumayo es la más dramática de todas las áreas estudiadas. Desde mediados de los años ochenta ya se identificaba en la región una pérdida de algo más del 50% de los ecosistemas naturales, con una tendencia acelerada de degradación posterior en los años subsiguientes. En efecto, para el momento de la construcción de esta primera línea de base (2001) los ecosistemas naturales no ocupaban más del 30% del territorio estudiado. De mantenerse esta tendencia, en menos de 30 años los ecosistemas naturales del área piloto del Alto Putumayo se vería reducidos a menos del 10% del área total de esta región.

Se presenta además un panorama de cambio constante no sólo en el crecimiento de la población que se evidencia por los censos poblacionales sino en la pérdida de los ecosistemas naturales en cerca del 74%. La falta de una política estatal clara y la colonización desorganizada han incrementado en esta región una cruenta guerra que ha elevado el porcentaje de muertes violentas en la zona, el desplazamiento de la población a las cabeceras urbanas y el aumento de los niveles pobreza, con la subsiguiente disminución de la calidad de vida.

Producto de todo este proceso histórico, los ecosistemas naturales se han visto altamente afectados, ocupando en la actualidad

solamente el 28% del área. Pese a su baja representatividad en extensión, esta región se destaca como la más diversa en ecosistemas naturales en las áreas de estudio. Esto se explica por la confluencia de condiciones climáticas, topográficas, geológicas, geomorfológicas e hidrológicas particulares que en parte han incentivado el flujo constante de población al piedemonte amazónico.

Los ecosistemas naturales de La Macarena enfrentan condiciones de riesgo un poco menores que las del Putumayo, pero su situación no deja de ser preocupante. De hecho, para la década de los ochenta todavía se mantenía inalterado alrededor del 80% del territorio. Sin embargo, en los últimos 15 años se ha generado un importante proceso de degradación que, de mantenerse durante los próximos años, llevaría a que en 50 años quedara menos de la mitad de los ecosistemas que existían en los años ochenta.

El área de La Macarena no es ajena al proceso histórico del país. Durante las primeras décadas del siglo las actividades se asocian a la extracción de caucho, petróleo y oro. Desde la década de los treinta y hasta los años cincuenta, el sistema de producción se centró en una economía extractiva (maderas finas y pesca). En la década de los cincuenta y los sesenta se inició la reforma agraria con el subsiguiente desplazamiento de campesinos andinos a esta región, caracterizada principalmente por la implementación de prácticas agrícolas y ganaderas con resultados pocos favorables para el hábitat amazónico. En las décadas de los años setenta y ochenta el colono empezó la *tumba y quema* de los bosques, para el establecimiento de cultivos. Desde mediados de la década de los ochenta surgió la bonanza del cultivo de la marihuana y la coca, consolidando la economía como parte central del sistema productivo regional (Molano 1990).

Un comentario particular ameritan las áreas piloto de Matavén-

Inírida y de Mitú. Allí se detectaron importantes niveles de conservación de los ecosistemas naturales en los años ochenta, con más del 95% del territorio sin verse afectado por la actividad humana. Con las tendencias recientes de afectación, estos niveles se mantuvieron bastante estables con porcentajes del territorio inalterado entre el 90 y el 95%. Incluso si se mantienen estas tendencias, dentro de 50 años todavía permanecerían conservados los ecosistemas alrededor del 80% del territorio en estas dos áreas.

En el área piloto de Inírida-Matavén el proceso de cambio cultural de los pueblos indígenas de la zona ha sido afectado principalmente por la colonización de los territorios indígenas, la evangelización y establecimiento de misiones y los proyectos institucionales de desarrollo.

Tres tipos de colonización se diferencian: el primero de carácter comercial sobre el río Orinoco, impulsado por la actividad comercial extractiva en la frontera con Venezuela a mediados del siglo. El segundo tipo de colonización es la ganadera o veguera sobre las sabanas del norte, caracterizada por una típica colonización llanera conformada por grandes hatos ganaderos. El tercero, de carácter disperso, es de origen campesino y está asociada a las cuencas de los ríos Vichada y Guaviare (Lobo-Guerrero *et al.* 2000). A pesar de esto, es una de las zonas que ha tenido una baja tasa de cambio de los ecosistemas, debido en parte a su baja densidad poblacional. Pero preocupa su alto crecimiento poblacional reciente que se ha fomentado por el aumento de cultivos ilícitos y presencia armada en la zona.

En el área piloto de Mitú, los factores que han definido la ocupación del territorio se relacionan principalmente con los procesos extractivos en especial con algunas actividades de la minería que afectan estacionalmente el flujo de población volviéndola inestable. Su ubicación geográfica, su falta de accesibilidad por vías y

la poca navegabilidad de los ríos –asociado todo esto con la definición de los territorios indígenas– han impedido que los ecosistemas de esta región se hayan transformado. La población de colonos se ha mantenido en la cabecera departamental y a lo largo de algunas vías principales. Sin embargo en los últimos años esta área se ha visto sometida al incremento de los cultivos ilícitos en la región norte, provocando éxodo y entrada de colonos. Todo esto acentuado por la presencia de actores armados (Fundación Puerto Rastrojo 2001).

En general su estado de conservación actual es bastante bueno, con un 91.23% de su territorio en ecosistemas naturales. Dentro de las áreas intervenidas se observan dos tipos de sistemas productivos. El primero, adelantado por los colonos únicamente alrededor de las pocas vías de penetración existentes, en el área muestra (vía Mitú–Timbo) en donde se establecen pequeñas fincas y se introducen sistemas productivos del tipo andino, algunos cultivos permanentes, monocultivos y se implementan potreros para fines ganaderos.

El segundo tipo de sistema productivo está asociado a las actividades productivas indígenas, consistentes en chagras, áreas de recolección, vegetación secundaria y algunos potreros. Estas actividades se han involucrado a los sistemas de explotación de recursos naturales y al aprovechamiento de recursos maderables de tipo selectivo y recursos florísticos.

Los procesos de colonización en el área de La Chorrera se remontan a finales del siglo XIX y a principios del XX, con la extracción de caucho fomentando el establecimiento de diversos centros urbanos y el exterminio de comunidades indígenas. Esta área se ubica dentro del gran resguardo del Predio Putumayo, caracterizado por la presencia de un alto número de etnias indígenas, con una baja densidad poblacional que se ha mantenido a lo largo de los últimos años.

La zona no presenta fuertes procesos de transformación de los ecosistemas, aunque se evidencian áreas deforestadas con fines de implantar chagras productivas y actualmente algunos cultivos ilícitos. La intervención antrópica realizada por las comunidades indígenas de la región se presenta con mayor énfasis en las llanuras aluviales y algunos vallecitos aluviales del *helobioma amazónico*, así como a lo largo de la trocha que comunica Puerto Santander–La Chorrera–El Encanto.

En el Puré, desde la década de los años treinta hasta los años cincuenta las actividades de explotación del caucho, los recursos naturales como el pescado, las pieles finas, las tortugas y el recurso minero como el oro –así como la guerra con el Perú y el establecimiento de puestos militares en el área– hacen que la población que se establece allí sea inestable y dependa de la bonanza extractiva del momento.

Esta área se caracteriza por poseer una riqueza ecosistémica alta, manteniendo sus coberturas originales casi intactas (99.23%). Esto coincide con una baja densidad actual de población, con pocas ofertas ambientales ofrecidas por la zona, la inexistencia de infraestructura vial, el establecimiento de una nueva figura legal de protección y la baja rentabilidad en la extracción de productos forestales. Al contrario de lo que ocurre en otras zonas piloto, las tasas de cambio en cobertura de ecosistemas son muy bajas e incluso se evidencian tasas de recuperación en el periodo de análisis (1985–2001).

Finalmente y en términos de la relevancia de disponer del tipo de indicadores ilustrados en esta publicación, se pueden derivar algunas conclusiones preliminares como el reconocimiento de la disponibilidad de importantes áreas con ecosistemas conservados en el Alto Putumayo y La Macarena; pero la identificación de una marcada tendencia a la degradación prácticamente total de estas áreas si no se intensifican medidas de prevención adecua-

das que modifiquen las actuales tendencias de ocupación del territorio.

Igualmente hay que destacar la identificación de una relativa estabilidad en las otras tres regiones (Puré, Matavén-Inírida y Mitú) pero el llamado de atención a mantener una permanente vigilancia sobre estas tendencias. En efecto, y dadas las características de alta fragilidad de estos ecosistemas, es perfectamente predecible que cualquiera de los procesos frecuentes que suelen desarrollarse en estas regiones puedan alterar estas tendencias y generar también situación de alto riesgo.

La información suministrada por estos indicadores permiten concluir que mientras que en las dos primeras áreas se requieren medidas francamente correctivas que cambien radicalmente las tendencias de degradación actuales, en las últimas tres áreas tiene mayor relevancia la implementación de medidas preventivas y de seguimiento orientadas a mantener (o incluso atenuar ligeramente) las tendencias actuales de ocupación.

Lo anterior se puede sintetizar en los siguientes aspectos:

1. Según el sistema de indicadores, las tendencias de crecimiento de la población (por colonización inducida y espontánea), la alta presión por actividades económicas y los altos niveles de violencia, son factores altamente coincidentes con los altos grados de deterioro de la biodiversidad. deben ser aplicadas directamente en campo.
2. La gran importancia de adelantar el proceso de implementación del sistema alrededor de un proceso continuo de desarrollo del capital humano disponible en las instituciones involucradas. Esta estrategia no sólo fortalece a cada una de las instituciones individualmente consideradas, sino que además permite asumir procesos complejos de manera

- altamente potenciada por la articulación de esfuerzos colectivos alrededor de objetivos comunes. Esto se refuerza además por una condición central que caracterizó esta primera fase: los costos operativos relativamente bajos con los que se cubrió una porción significativa del territorio, gracias a la amplia participación de profesionales de las distintas entidades comprometidas con el proceso.
3. Aunque en su primera fase de operación el sistema sólo se aplicó a escalas relativamente detalladas (1:250.000) en cerca del 10% del territorio de la región amazónica, de todas formas los resultados obtenidos son altamente concluyentes. En efecto se pone en evidencia el potencial del sistema de indicadores como instrumento de seguimiento de fenómenos centrales relacionados directamente con la política de biodiversidad. Este aspecto permite llegar a conclusiones claras en relación con la importancia de mantener el sistema en operación, ampliando su cobertura de manera sistemática, para garantizar un nivel de conocimiento cada vez más completo de la realidad en que se desenvuelven las acciones de los tomadores de decisiones y de los ejecutores de la Políticas Nacional de Biodiversidad (MMA, DNP, IAvH, 1997).
 4. Como resultado de esta primera fase salta también a la vista la necesidad de ampliar los tipos de información que se deben incorporar al sistema. Al respecto se resalta la importancia de complementar el conocimiento adquirido con indicadores que reflejen por lo menos tres aspectos de alta relevancia regional:
 - Las características de las poblaciones indígenas, entre otros aspectos básicos tales como la magnitud del territorio que ocupan, el tamaño de las comunidades y las condiciones de vida de la población.
 - Las características de fenómenos de gran impacto en las condiciones de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, tales como la dinámica de todos los procesos que giran alrededor de los cultivos ilícitos y las diversas formas de violencia.
 - Las características específicas de los niveles de respuesta de política ambiental local y regional, especialmente alrededor de los actores institucionales directamente involucrados en el sistema de indicadores y que son ejecutores directos de políticas de desarrollo del conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en la región amazónica colombiana: las tres corporaciones de desarrollo sostenible (Corpoamazonia, la CDA y Cormacarena), la Unidad de Parques y el Instituto Sinchi.
 5. Finalmente, con los resultados alcanzados hasta el momento se pone en evidencia la validez de mantener la estrategia de consolidación de este sistema nacional de indicadores a partir de procesos regionales. Es decir, desarrollar una estrategia metodológica que sea replicable a escala nacional a partir de la aplicación del sistema de indicadores al nivel regional. Esto redundará no sólo en ventajas relacionadas con la capacidad del sistema de aportar elementos de juicio de especial interés regional, sino que además abre espacios de gran potencialidad de desarrollo al compartirse experiencia metodológicas y operativas entre las distintas regiones del país.

BIBLIOGRAFÍA

Armenteras, D., Rodríguez, N., Rudas, G., y Sua, S. (2002). *An Indicator System with GIS to Explain and Prevent Biodiversity Losses in the Colombian Amazonia*. In Proceedings, 22nd ESRI Users Conference, July 2002, San Diego, California

Armenteras, D., Ortiz, N., Rodríguez, N., López, M.O., Betancourth, J.C., Rincón, A. y Bernal, N. (2003a). *Construcción de la Línea Base sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.

Armenteras, D., Rudas, G., Rodríguez, N., Sua, S. y Romero, M. (2003b) *Patterns and causes of ecosystem loss in the Colombian Amazon*. (sometido, en revisión)

Bailey, R.G. (1996) *Ecosystem Geography*. Springer Verlag, USA.

Chaves, M.E. y Arango, N (eds) (1998) *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad 1997 - Colombia*. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente.

Etter, A. (1998). *Mapa General de Ecosistemas de Colombia*. En: Cháves, M.E. y N. Arango (eds). *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad 1997 – Colombia*. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente. Santafé de Bogotá.

Fearnside, P.M. (1993). Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. *Ambio*, 22 (8): 537-545

Fearnside, P.M. (2001). Land-Tenure Issues as Factors in environmental Destruction in Brazilian Amazonia: the case of Southern Pará. *World Development* 29 (8): 1361-1372

Ferreira, P. y Fandiño, M.C. (eds) (1998) *Colombia, Biodiversidad Siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción nacional en biodiversidad*. Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, DNP, Santafé de Bogotá.

Fundación Puerto Rastrojo (2001) *Atlas de la Amazonia Colombiana*. Santafé de Bogotá.

Hurtado, A. (1992). *Amazonia Colombiana «Una puesta en lugar»*. En: Andrade, G; Hurtado, A y Torres, R. (eds). *Amazonia colombiana, diversidad y conflicto*. COLCIENCIAS, CONIA y CEGA.

Laurance, W.F. (1998). *A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change*. *TREE* 13(10): 412-451

Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M., Schroth, G., Fearnside, P.M., Bergen, S., Venticinque, E.M. y Da Costa, C. (2002). Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography* 29 (5-6): 737-748.

Lima, M.G y Gascon, C. (1999). The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Biological Conservation*, 91 : 241-247

Lobo-Guerrero, M., X. Herrera, J. De Greiff y A. Luque (2000). *Matavén selva corazón de la Salud*. Programa COAMA, Fundación Etnollano. Primera Edición. Bogotá.

Meidinger, D., Enns, B., Banner, A. y Jones, C. (2000). EcoGen: a model for predictive ecosystem mapping. In: *Proceedings, From science to management and back: a science forum for southern interior ecosystems of British Columbia*. C. Hollstedt, K. Sutherland, and T. Innes (editors). Southern Interior Forest Extension and Research Partnership, Kamloops, B.C., Canada, pp. 45–7.

Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (1997). *Política Nacional de Biodiversidad*. Santafé de Bogotá.

Molano, A. (1990) *Los círculos del Confín*. Corporación Araracuara.

Nepstad, D.C., Carvalho, G., Barros, A.C., Alencar, A., Capobianco, J.P., Bishop, J., Moutinho, P., Lefebvre, P., Silva, U.L. Jr., y Prins, E. (2001). Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, 154: 395-407.

Ortiz, N., Bernal, N., Betancourth, J.C. y López, M.O. (2004). Serie: Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia. Número 1: Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia: aspectos conceptuales y metodológicos. Bogotá.

Reis, E.J. y Margulis, S. (1991). *Perspectivas Economicas de desflorestamiento de Amazonia*. Textos para Discussao No 215. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada (IPEA) Brasilia, 47 p.p.

Romero, M. y Sua, S.M. (2002) Metodología para la definición de Ecosistemas. En: Rudas et al (2002), Anexo 1.

Rudas, G. (2003). *Desarrollo del Conocimiento de los Ecosistemas y de las Presiones Antrópicas sobre la Biodiversidad en la Orinoquia Colombiana*. Informe Final. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rudas, G., Armenteras, D., Sua, S.M. y Rodríguez, N. (2002). *Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana. Informe final de resultados*. Proyecto Diseño e Implementación del Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana. Instituto Humboldt, CDA, Corpoamazonia, Cormacarena, Instituto Sinchi, Unidad de Parques, Ministerio del Medio Ambiente (Crédito BID 774 OC/CO), Bogotá, Colombia.

Ruiz, J. (1989). Desarrollo regional en Colombia: ordenamiento ambiental y desarrollo regional. *Cuadernos de Industria y Economía Rural*, 22.

Sarmiento, A., Ramírez, C., Carrizosa, S., Galán, F.A. y Rudas, G. (2000). *Sistema de Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política de Biodiversidad en los Andes Colombianos: Fundamentos Conceptuales y Metodológicos*. Instituto Alexander von Humboldt, Conservación Internacional-Colombia, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá.

Saunders, D., Hobbs, R.J. y Margules, C.R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.

Scott, J.M., Csuti, B., Jacobi, J.D. y Estes, J.E. (1987). Species richness: a geographic approach to protecting future biological diversity. *Bioscience* 37: 782-788

Scott, J.M., Tear, T.M. y Denis, F.W. (ed) (1996) *Gap Analysis: a landscape approach to biodiversity planning*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, USA.

Sierra, R. (2000). Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: the Napo deforestation front, 1986-1996. *Applied Geography* 20: 1-16

Sharik, T. L. (2000) *Population, Distribution, and Habitat Study for Threatened, Endangered, and Sensitive Species of Plants and Animals Within the Hill Air Force Base Restricted Air Space and Associated Public and Private Lands*. USU-BLM Agreement No. D910-A3-0210, USA.

Whitmore, T.C. (1997). *Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss*, in Laurance, W.F and Bierregaard, R.O. Jr, (eds). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. pp 3-12.

Wood, C.H. y Skole, D. (1998). Linking satellite, census and survey data to study deforestation in the Brazilian Amazon. In: Liverman, D. (ed) *People and Pixels: linking remote sensing and social sciences*. National Research Council, USA, 70-93.

SERIE: INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE BIODIVERSIDAD

1. Sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en Colombia: aspectos conceptuales y metodológicos
2. Sistema de Indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la Amazonia Colombiana: aspectos metodológicos y resultados