

Marco conceptual para el monitoreo de la biodiversidad en Colombia

Resumen

Se presentan los lineamientos y principios básicos para el establecimiento de un programa de monitoreo de la biodiversidad en Colombia, con el fin de garantizar su permanencia a largo plazo. Este marco conceptual es el resultado de la revisión exhaustiva de literatura, de la realización de varias reuniones, encuentros y talleres, y de la elaboración de encuestas y entrevistas a diferentes actores nacionales, regionales y locales, que durante el año 2013 estaban realizando o habían realizado alguna iniciativa de monitoreo en el país.

La información que fue recopilada mediante los diferentes mecanismos de indagación y búsqueda permitió, en primera instancia, aclarar varios aspectos conceptuales que iban desde la definición del término monitoreo hasta la revisión de los distintos enfoques del mismo; también fue útil en la conceptualización de un programa de monitoreo desde el aprendizaje de diversas iniciativas internacionales y desde la experiencia propia de las instituciones del Sistema Nacional Ambiental; y además dio la posibilidad de tener un diagnóstico actualizado hasta el año 2013 sobre el estado del arte del monitoreo en Colombia en materia de biodiversidad. De esta manera fue posible detectar, entre varios aspectos, los vacíos de información, los temas más recurrentes, las preguntas más frecuentes y los principales problemas y limitaciones a los que se enfrentan las instituciones cuando se trata de plantear o mantener un programa de monitoreo a largo plazo.

Con base en los resultados obtenidos se puede decir que Colombia contaba hasta el 2013 con un conjunto heterogéneo de sistemas de información sobre ambiente y biodiversidad, el cual había incorporado dentro de sus planes de desarrollo el componente de monitoreo; pero debido a que estos sistemas fueron creados con propósitos distintos y con diferentes estándares de manejo y gestión de la información, presentaban muy poca o ninguna interoperabilidad. A pesar de los esfuerzos realiza-

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

dos, el impacto de la información generada se encontraba limitado a los alcances de cada institución; esto, sumado a las limitaciones de conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas naturales, sobre sus dinámicas de cambio y la dirección de estos cambios, constituyeron vacíos de información que hacían difícil detectar o aislar la naturaleza de los mismos, en particular si estos cambios se debían a procesos naturales o a alteraciones de carácter antrópico. En consecuencia, se pudo concluir que un programa de monitoreo efectivo debía cumplir con varios principios básicos, como por ejemplo, ser considerado una HERRAMIENTA y no un fin; contar desde un comienzo con la PARTICIPACIÓN de diversos actores con distintos niveles de incidencia (política, técnica y económica) o con la participación y APROPIACIÓN de las comunidades locales durante la fase operativa de los proyectos; así como ser ADAPTABLE en cuanto a los mecanismos para lograr los objetivos propuestos, sin tener que sacrificar la integridad de los datos. Por otra parte, un buen programa de monitoreo debía tener en cuenta varios criterios fundamentales como, por ejemplo, la necesidad de definir una PREGUNTA que orientara el sentido, la frecuencia, la modalidad, la continuidad y el alcance de los objetivos que se persiguen; un PRESUPUESTO acorde con el objetivo propuesto; y el PERSONAL técnicamente competente y experimentado en el tema u objeto de estudio.

Palabras clave

Monitoreo, biodiversidad en Colombia, estudios a largo plazo.

Abstract

The basic guidelines and principles for the establishment of a monitoring program of Colombian biodiversity are presented with the purpose of ensuring its persistence in the long term. This conceptual framework is the result of the detailed revision of available literature, development of various meetings, encounters, and workshops and completion of surveys and interviews to different national, regional, and local actors, that during 2013 were in the process of or had already developed a monitoring initiative in the country. The information collected through different mechanisms of inquiry and research clarified many conceptual aspects ranging from the definition of the term of monitoring to revisions of its multiple approaches. Additionally, the information was useful to conceptualize a monitoring program based on the lessons derived from the experiences of varied international initiatives and the institutions of the Sistema Nacional Ambiental (National Environmental System). Finally, the information allowed for an updated diagnosis about the state of art of the monitoring of biodiversity in Colombia up to the year 2013.

It was possible to detect, among other aspects, information gaps, recurring topics, most frequent questions, and the mayor problems and limitations that institutions face when proposing or maintaining a long-term monitoring program.

The results show that up to 2013 there was a heterogeneous collection of environment and biodiversity information systems in Colombia that had included in its development plans with component of monitoring. However, since such systems were created with different purposes and information management standards, there was very little or no interoperability. Despite the efforts behind the information systems, the impact of the data was limited to the outreach of each institution. This fact, in addition to the shortcomings of knowledge about the functioning of natural systems, their dynamics of change and the direction of such changes, constituted information gaps that made detecting or isolating the nature of change difficult, especially if caused by natural processes or anthropic alterations. Consequently, it was concluded that an effective monitoring should accomplish basic principles such as: be considered a TOOL and not an end; include, from the beginning, the PARTICIPATION of varied actors with different levels of impact (politics, techniques, and economy), or with the participation and APPROPRIATION by local communities during the operative phase of projects; and finally ADAPT to achieve set objectives, without sacrificing the integrity of data. On the other hand, a good monitoring program should consider fundamental criteria such as: the necessity of defining a QUESTION that guides the direction, frequency, form, continuity, and reach of the objectives being pursued; a BUDGET that agrees with the proposed goal; and a technically competent and experienced PERSONNEL.

Key words

Monitoring, Colombian biodiversity, long-term investigations.

Introducción

El monitoreo de la biodiversidad se ha convertido en una prioridad a escala mundial, ante la necesidad de formular e implementar políticas para mitigar y manejar los impactos de los procesos que amenazan con eliminar o disminuir seriamente los servicios ecosistémicos, de los cuales depende la humanidad para su bienestar actual y futuro. La sociedad y sus gobiernos, conscientes de esta problemática, elaboran planes, estrategias o programas nacionales para la conservación y utilización de la diversidad biológica y sus servicios; no obstante, la información disponible para afrontar los impactos sobre la biodiversidad es de difícil acceso, se encuentra dispersa y está pobremente documentada, debido en parte a que no existe suficiente información de línea base explícitamente dirigida para soportar sistemas de monitoreo del cambio global.

Desde el siglo pasado en la década de los noventa, varios países en cabeza de entidades gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, han venido desarrollando diversas iniciativas de monitoreo que van desde proyectos específicos en áreas de interés nacional o en especies consideradas objeto de conservación, hasta programas pensados a largo plazo y a amplias

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONES

PRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	escalas espaciales, siendo un común denominador para la mayoría de ellas la poca
ABSTRACT	claridad sobre los alcances, el aumento de preguntas a responder y la falta de
INTRODUCCIÓN	métodos apropiados para contestarlas, así como de estrategias financieras que
DEFINICIÓN DE	garanticen su continuidad y que promuevan y faciliten el intercambio de datos
MONITOREO	y el análisis de la información a escalas regionales y/o nacionales. Para hacer-
ESTADO ACTUAL	lo más complejo aún, en algunos países incluido Colombia no existe claridad
LINEAMIENTOS Y	conceptual frente a lo que significa e implica realizar monitoreo, razón por la
RECOMENDACIONES	que en ocasiones este es confundido con otras actividades como “censos” o “in-
PRINCIPIOS Y CRITERIOS	ventarios” de biodiversidad que no cumplen con los objetivos propuestos, por
PARA PROGRAMAS DE	lo que carecen del “poder” o la capacidad para medir los cambios en un sistema
MONITOREO	(Legg y Nagy 2006). Adicionalmente, es un factor común el hecho de que los
AGRADECIMIENTOS	resultados obtenidos en las iniciativas de monitoreo no siempre responden a las
BIBLIOGRAFÍA	necesidades iniciales de los usuarios —generalmente administradores de recur-

escalas espaciales, siendo un común denominador para la mayoría de ellas la poca claridad sobre los alcances, el aumento de preguntas a responder y la falta de métodos apropiados para contestarlas, así como de estrategias financieras que garanticen su continuidad y que promuevan y faciliten el intercambio de datos y el análisis de la información a escalas regionales y/o nacionales. Para hacerlo más complejo aún, en algunos países incluido Colombia no existe claridad conceptual frente a lo que significa e implica realizar monitoreo, razón por la que en ocasiones este es confundido con otras actividades como “censos” o “inventarios” de biodiversidad que no cumplen con los objetivos propuestos, por lo que carecen del “poder” o la capacidad para medir los cambios en un sistema (Legg y Nagy 2006). Adicionalmente, es un factor común el hecho de que los resultados obtenidos en las iniciativas de monitoreo no siempre responden a las necesidades iniciales de los usuarios —generalmente administradores de recursos naturales—, o simplemente representen una parte de lo solicitado. Esto hace que se generen falsas expectativas y que se cuestionen aspectos como su carácter científico, su utilidad y costos, y la existencia misma de los programas (Lovett *et al.* 2007, Lyndenmayer *et al.* 2011).

En la actualidad, el monitoreo se reconoce como la herramienta que permite evaluar el estado de la biodiversidad y sus servicios, con el fin de aprender y mejorar sobre el manejo y la conservación de los mismos (Lindenmayer *et al.* 2012). Realizado de manera efectiva, el monitoreo aporta información sobre las tendencias de los aspectos clave de la biodiversidad, alertas tempranas de amenazas, evidencia de éxito o fracaso de las intervenciones, eficacia de las inversiones, e información, para un manejo más eficiente. Dentro de este contexto y ante la importancia de contar con un marco conceptual sobre monitoreo que oriente cualquier iniciativa que se desee adelantar a largo plazo en Colombia, varias organizaciones ambientales y académicas interesadas en el tema, entre las que se encuentran los institutos adscritos al Sina (Sistema Nacional Ambiental) y en el marco de la mesa de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, se han puesto la meta de presentar en esta publicación el marco conceptual y los lineamientos para el desarrollo de sistemas, programas o estrategias de monitoreo de la biodiversidad. Esto se hizo mediante la compilación de información secundaria (revisión de literatura), la realización de encuestas y entrevistas, y la recopilación de experiencias propias de las instituciones del Sina, con el fin de homogenizar el concepto de monitoreo, y ayudar de esta manera a las instituciones y a los profesionales del área ambiental y las ciencias biológicas, a tener una base conceptual común que permita aunar esfuerzos humanos, técnicos y financieros en el momento de establecer iniciativas de monitoreo. Finalmente, en cuanto al diagnóstico que se presenta sobre el estado del arte del monitoreo en Colombia, es importante aclarar que corresponde a las iniciativas que se habían desarrollado o que estaban en ejecución hasta el año 2013 y por lo tanto debe ser actualizado periódicamente.

Marco normativo internacional y nacional

A nivel internacional se han formalizado varios acuerdos que promueven el desarrollo sostenible del planeta. En materia ambiental se encuentra, por ejemplo, la Estrategia Global de Biodiversidad (WRI/IUCN/UNEP 1992) que recomendó el establecimiento de una red de alerta temprana para “monitorear las amenazas potenciales a la biodiversidad e implementar acciones contra ellas”, o la Estrategia de Biodiversidad Marina Global (Norse 1993) que sugirió el establecimiento de una red de monitoreo global sobre procesos ecológicos para proveer información para el manejo y para alertar sobre “cambios indeseables” en los ecosistemas. Sin embargo, el acuerdo más importante en materia de biodiversidad lo constituye el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) suscrito durante la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, al cual pertenecen 193 partes contratantes en la actualidad, incluida Colombia. Este tratado internacional que rige las acciones encaminadas a la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos tiene como objetivo general promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible. El convenio establece que cada una de las partes comprometidas debe elaborar o adaptar estrategias, planes y programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica (Artículos 8, 9 y 10), y en este sentido da orientaciones específicas para propender por un adecuado y oportuno seguimiento de las medidas políticas que se implementen en cada uno de los países comprometidos.

En esta dirección, el CDB establece en el Artículo 7 que cada una de las partes contratantes deben proceder, mediante muestreo y otras técnicas, al monitoreo de los componentes de la diversidad biológica, a los procesos que tengan efectos perjudiciales en la conservación y utilización sostenible de la misma, y al seguimiento de esos efectos. Así mismo, establece que las partes deben mantener y organizar los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento a los componentes de la diversidad biológica. Ante la necesidad de medidas globales, nacionales y regionales para reducir la tasa de pérdida de la biodiversidad, el CBD adoptó en 2007 la estrategia Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad (BIP-Biodiversity Indicators Partnership), en colaboración con United Nations Environment Programme (UNEP) y con World Conservation Monitoring Centre (WCMC) para el desarrollo de indicadores de biodiversidad, con el fin de hacer seguimiento a las metas propuestas en los planes estratégicos 2000-2010 (decisión VII/30 COP 2004) y 2011-2020. La BIP asesora a los países contratantes en la construcción de estos indicadores.

Como el CDB, existen otros acuerdos más específicos que incluyen o recomiendan dentro de sus estrategias el monitoreo de los componentes de la biodiversidad. Por ejemplo, en el componente de recursos vivos terrestres se destaca la Convención Ramsar (convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas, 1971), la cual estipula

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

que para el manejo de los humedales son esenciales los datos de base que establecen el conjunto de variaciones naturales de los componentes, procesos y servicios en cada sitio en un determinado lapso de tiempo, a partir del cual se puede hacer la evaluación sobre el cambio de estos. En consecuencia, Las Partes Contratantes aprobaron una serie de orientaciones que son pertinentes para la identificación, evaluación, monitoreo y manejo de las características ecológicas de los Humedales de Importancia Internacional y otros humedales, incluyendo la evaluación del riesgo en humedales (Resolución VII.10), evaluación del impacto (Resoluciones VII.16 y VIII.9), monitoreo (Resolución VI.1), inventario (Resolución VIII.6) y planificación del manejo (Resolución VIII.14). También se encuentra la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, la cual proporciona un marco jurídico internacional para la regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices (CITES 1973), y que sirve de base para el establecimiento de programas específicos de monitoreo de especies amenazadas, como por ejemplo el que regula la Matanza Ilegal de Elefantes (MIKE, por su sigla en inglés) al este de África o el Programa de Monitoreo del Cocodrilo del Pantano en México. Además de estas convenciones se encuentra la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS 1979), la cual ofrece los instrumentos necesarios para que los expertos colaboren de mejor manera en la investigación, monitoreo y conservación de las especies migratorias, sus hábitats y sus condiciones de vida a lo largo del área de distribución.

Desde la formulación en 1996 del Plan de Acción para la Implementación de la Política Nacional de la Biodiversidad: Colombia Biodiversidad Siglo XXI (Fandiño y Ferreira 1998), en Colombia la investigación y el monitoreo han estado presentes de manera implícita en el desarrollo de los ejes centrales de acción de la política: el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. En consecuencia, varias actividades fueron incorporadas para cumplir con el objetivo de desarrollar y poner en marcha un sistema nacional de monitoreo de la biodiversidad, con el fin de establecer o reevaluar prioridades de investigación y de acción en el corto, mediano y largo plazo. Una de ellas fue la consolidación de un Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad (SiB), el cual debería estar articulado con un sistema de monitoreo a diferentes escalas con el fin de contribuir en el proceso de toma de decisiones y de difusión de la información que se generara en el desarrollo del Plan de Acción. Hoy en día, el SiB constituye una alianza nacional que hace parte del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, pero coordinado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. El SiB facilita la gestión integral, el uso y la distribución permanente de conocimiento sobre la diversidad biológica de Colombia, mediante el desarrollo e implementación de tecnologías para la gestión, análisis de información y generación de productos para la toma de decisiones, el monitoreo del estado de la biodiversidad y del estado del conocimiento de la misma.

No obstante, pese a los grandes avances logrados a nivel nacional a través del SiB en materia de gestión, uso y distribución de la información sobre biodiversidad, aún no existe un sistema que integre estos esfuerzos con un programa de monitoreo a largo plazo, que permita tener series de datos a diferentes escalas espaciales y temporales. En consecuencia, el Instituto Humboldt en su calidad de coordinador del SiB, planteó dentro de las metas del Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental 2011-2014, la formulación de un Programa Nacional de Monitoreo de Biodiversidad (PNMB), conjuntamente con las principales instituciones del país que adelantan investigación básica sobre biodiversidad o que cumplen funciones de autoridad ambiental (Instituto Humboldt 2011).

Por otra parte, a la luz de la nueva Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE 2012) es claro que el país enfrenta nuevos desafíos, siendo urgente la necesidad de integrar los sistemas ecológicos y sociales para una gestión más efectiva en el cumplimiento de los objetivos de conocer, conservar, restaurar y usar sosteniblemente la biodiversidad; retos que conllevan a nuevos esfuerzos para el desarrollo de estrategias que garanticen el mantenimiento o incremento de la resiliencia de los sistemas socioecológicos y con ella, el suministro de servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar humano. La PNGIBSE contempla dentro de su marco estratégico un eje temático que busca promover, fortalecer y coordinar la generación, recuperación, articulación y divulgación de información, conocimiento y desarrollos tecnológicos, provenientes de diferentes sistemas de conocimiento, que permitan alimentar y orientar la toma de decisiones para realizar una gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a escalas nacional, regional, local y transfronteriza (Eje temático IV. Biodiversidad, gestión del conocimiento, tecnología e información). Dentro de este eje temático una de las líneas estratégicas está enfocada al fortalecimiento de procesos de inventario y monitoreo de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, a través de cartografía a escalas adecuadas, colección y evaluación de componentes, estructuras y funciones de la biodiversidad. Actualmente se está elaborando el Plan de Acción Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PANGIBSE), con el fin de orientar las acciones encaminadas al cumplimiento de los objetivos de la política.

Definición y enfoques del monitoreo

¿Qué es monitoreo?

Es importante aclarar que la palabra monitoreo es un anglicismo no aceptado por la real academia de la lengua española pero que ha sido ampliamente usada en la redacción de textos científicos, técnicos o de divulgación general. Su origen viene de la palabra “monitor”, equipo que toma imágenes de instalaciones filmadoras

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES

PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	o sensores y que permite visualizar y hacer seguimiento a algo a través de una pantalla. El monitor, por lo tanto, ayuda a controlar o supervisar una situación específica, personas o cosas, por lo que la acción de controlar, supervisar o hacer seguimiento, ha derivado en el uso de la palabra “monitorear”, término que ya es bastante familiar para muchos de nosotros.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	La palabra monitoreo en el contexto del presente documento se refiere a la colección sistemática y continua de datos, observaciones, estudios, muestreos, cartografía, entre otros, que permite y provee las bases para medir y cuantificar distintos procesos y variables relacionados con una pregunta o un problema específico a lo largo del tiempo (Cairns 1979, Spellerberg 1991, Vos <i>et al.</i> 2000). La información recopilada usualmente hace referencia a “variables de estado” ¹ de un sistema; y su medición repetida en diferentes sitios y momentos sirve para evaluar el estado del sistema y los cambios (tendencias) que este experimenta (Smyth y James 2004); también se emplea para evaluar el progreso en el logro de unos objetivos de gestión propuestos dentro del marco de un estudio, proyecto o plan de manejo (Elzinga 1998).
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Dado que este documento se centra en el monitoreo de la diversidad biológica, el sistema objeto de monitoreo usualmente se refiere a los ecosistemas o a cualquiera de sus componentes (comunidades, poblaciones, genes), y por lo tanto se orienta a la medición de variables ambientales (físicas, químicas o biológicas), con el fin de determinar su condición actual (estado) y las tendencias de cambio a través del tiempo (Yoccoz *et al.* 2001), pero también para relacionar estas tendencias de cambio con los factores causantes de dicha alteración (presiones).

Este concepto se enmarca dentro de lo que se conoce como “integridad ecológica”² y es una de las principales metas que persiguen los programas de monitoreo con fines de conservación: “Mantener la integridad ecológica de los ecosistemas” (Lee *et al.* 2005, Parks Canada 2013); por consiguiente, el monitoreo también evalúa la respuesta de las acciones que se toman para prevenir, mitigar o corregir situaciones que amenazan con alterar la integridad del sistema que está siendo evaluado.

Normalmente, el monitoreo se relaciona con estudios periódicos sobre un tema específico a largo plazo, por lo tanto, adquiere validez en la caracterización, descripción, análisis dinámico, funcional y espacial de los ecosistemas, los organismos vivos y las actividades que el hombre ejerce sobre estos, mediante la utilización de

¹ La variable de estado es una variable dentro del sistema de interés usada para caracterizar el estado del sistema.

² Integridad ecológica es un concepto que emerge de la necesidad de evaluar los resultados de la gestión de áreas protegidas y que ha sido asociado con el término “salud” de los ecosistemas, entendiendo un ecosistema saludable como aquel que mantiene la integridad de sus componentes nativos (agua, suelo, diversidad biótica) y de sus procesos (inundaciones, fuegos, relaciones ecológicas) (Lee *et al.* 2005, Parks Canada 2013).

recursos para su subsistencia, recreación, explotación o usufructo (Spellerberg 1991). Sin embargo, el término monitoreo también se relaciona con los inventarios de biodiversidad, pues constituyen la línea base para monitorear los cambios en el estado de la misma a través del tiempo (Stork *et al.* 1996).

En el marco de este documento se acordó asumir esta definición general de monitoreo: “Colección sistemática y repetida de datos, observaciones, estudios, muestreos, cartografía, entre otros, que permite y provee las bases para medir y cuantificar distintos procesos y variables relacionados con una pregunta o un problema específico a lo largo del tiempo” (Cairns 1979, Spellerberg 1991, Vos *et al.* 2000).

Y específicamente en el contexto de la biodiversidad se acordó usar una adaptación de la definición de Yoccoz (*et al.* 2001), quienes describen el monitoreo como el “proceso de acopiar información sobre una o varias variables ambientales (físicas, químicas o biológicas) con el fin de determinar su condición actual (estado) y las tendencias de cambio a través del tiempo”.

Esta definición implica que se tiene un sistema con múltiples elementos y relaciones de causalidad directas o indirectas, las cuales implican el cambio en el tiempo del estado de algunos de ellos, con el subsecuente impacto en el estado de otros elementos dentro del sistema. Para poder monitorearlos se debe tener un modelo del sistema, de manera que se pueda identificar tanto los elementos de interés como los atributos que interesa medir para poder evaluar el estado de dichos elementos. Los modelos pueden ser del tipo “Estado, Presión, Respuesta” (p.e. Estrategia de Monitoreo PNN), o modelos “Open Standards” (CMP 2013, FOS 2009); pero independientemente del modelo, sus elementos principales y sus relaciones causales tienen que estar expresadas en el mismo.

¿Por qué y para qué monitorear?

El monitoreo es una herramienta importante para valorar la magnitud y la tasa de pérdida de la biodiversidad. La valoración se refiere a la necesidad de contar con buenos inventarios de biodiversidad que den indicios del estado de la misma (especies endémicas, amenazadas, invasoras, etc.) o de sus beneficios (recursos hídricos, alimento, hábitat, etc.) lo cual es sumamente valioso y útil en la definición de áreas prioritarias para la conservación o manejo; pero también se refiere a la necesidad de medir los cambios que se presentan en el espacio y en el tiempo sobre la biodiversidad que medimos, ya sea por condiciones ambientales cambiantes o por perturbaciones de carácter antrópico.

El monitoreo constituye, por lo tanto, un paso más allá de los inventarios, y abre una ventana de posibilidades de análisis y modelaciones que permite hacer predicciones sobre cambios anticipados; por ejemplo, en la distribución, estructura o dinámica de las especies, en el funcionamiento de los ecosistemas o en el conocimiento acerca de procesos ecológicos o evolutivos que ayuden a entender la dis-

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	tribución de las especies o la regulación de servicios ecosistémicos. De esta manera, los modelos resultantes se convierten en insumo fundamental para la toma de decisiones encaminadas hacia la preservación de ecosistemas estratégicos o áreas prioritarias de conservación, o hacia la intervención de los mismos mediante acciones de manejo ya sea para frenar, regular u optimizar el aprovechamiento eficiente y sostenible de bienes y servicios derivados de la biodiversidad (Spellerberg 1991, Bawa y Menon 1997, Stork y Samways 1995, Lindenmayer y Likens 2009, 2010).
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	La información resultante del monitoreo constituye por lo tanto en una base para la investigación científica necesaria para entender el mundo en el cual vivimos, para definir opciones actuales y futuras disponibles para satisfacer las necesidades humanas, y para orientar la gestión inmediata y de largo plazo, la política y la toma de decisiones (Stork y Samways 1995). Su multiplicidad de aplicaciones en diferentes ámbitos de las ciencias básicas y aplicadas lo han convertido en una necesidad y en una responsabilidad por parte de los países firmantes del Convenio de Diversidad Biológica, para que sea incorporado en los planes de acción dentro de las políticas nacionales de gestión de la biodiversidad (CDB 1992), con el fin de entender escenarios futuros frente a cambios globales y las medidas que como sociedad debemos asumir para adaptarnos.
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Clasificación y enfoques del monitoreo

Aunque no existen bases conceptuales rigurosas para la separación del monitoreo en clases o tipos, este ha sido clasificado por diferentes autores de acuerdo con el propósito o enfoque dado. A continuación, se presenta una síntesis de las diversas aproximaciones del monitoreo registradas en la literatura y se hace un análisis de la relación que guardan algunas de ellas teniendo en cuenta la definición adoptada en el contexto de este documento.

En 1991 Spellerberg presentó la siguiente clasificación según el enfoque del monitoreo:

Monitoreo ambiental: cuando hace seguimiento a procesos y cambios que ocurren a nivel global, continental, regional e incluso local, sobre uno o más componentes del medio ambiente, principalmente por el efecto de las actividades humanas (p.e. cambio climático, cambios en el uso de la tierra, contaminación atmosférica, calidad del agua, efectos radiactivos, etc.).

Monitoreo ecológico: difiere del ambiental en que estudia y analiza bajo un “enfoque sistémico”³ los cambios y las variaciones que suceden a través del tiempo en los procesos ecológicos de los principales niveles de organización de la diversidad biológica (paisajes, ecosistemas, comunidades y poblaciones).

³ El enfoque sistémico hace referencia al modo de abordar los objetos y fenómenos como parte de un todo y no de forma aislada. Es un conjunto de elementos que se encuentran en interacción de manera integral, de tal forma que produce nuevas cualidades con características diferentes, cuyo resultado es superior al de los componentes que lo conforman.

Monitoreo biológico: cuando estudia y analiza el comportamiento de las poblaciones, especies e individuos, de acuerdo con el estado del medio ambiente, o para profundizar en el conocimiento de la autoecología de las especies (p.e. estudios fenológicos, de regeneración, crecimiento, impactos de plagas en cultivos, etc.).

Hacia el 2005 Lee y colaboradores clasificaron el monitoreo según el propósito en los siguientes tipos:

Monitoreo para el control de inventarios: este tipo de monitoreo no implica necesariamente remedaciones en el tiempo. La información se genera a través de la producción de listas de flora y fauna o mapeos. Por lo general, los objetivos son la documentación completa de los elementos y la cobertura espacial completa. En el inventario formal, la puntualidad tiende a ser una cuestión secundaria, pues por lo general los proyectos se retrasan si se pretende una alta precisión o exhaustividad en los muestreos. Las evaluaciones rápidas y encuestas ocasionales son consideradas como una forma alternativa de inventario, donde la precisión y la exhaustividad es cambiada a favor de costo y oportunidad. Un aspecto importante a tener en cuenta en este tipo de monitoreo es si se hace o no a largo plazo, pues la aparente economía que este tipo de evaluación otorga puede dar resultados imprecisos en el tiempo.

Monitoreo de estado y tendencias: cuando se pretende hacer remedaciones regulares en el tiempo. El blanco puede ser un organismo o grupo de organismos con características en común, o un intento más holístico para capturar una amplia gama de elementos ecológicos. Las parcelas permanentes son el clásico ejemplo, pero hay otros como los sitios claves para el monitoreo de aves. Es raro que los animales, la vegetación, los suelos y el clima se remidan al mismo tiempo y de forma general, por lo que esta actividad suele ser clasificada de forma más amplia como “monitoreo de investigación a largo plazo”.

Monitoreo de vigilancia o de supervisión: se realiza donde existe un problema claramente identificado y una amenaza inmediata. El monitoreo es enfocado a pocos organismos o procesos y la escala de aplicación está de acuerdo con la escala de amenaza. Ejemplos de este monitoreo son los que se aplican con la llegada de especies invasoras o plagas.

Monitoreo de manejo: cuando se pretende detectar y valorar un problema o presión sobre una unidad ecológica (paisaje, ecosistema, comunidad, etc.), o cuando se desea evaluar el éxito o fracaso de acciones previamente tomadas para reducir la presión o alterar la situación de forma inmediata. Este tipo de monitoreo es común en planes de conservación de áreas protegidas (p.e. Parks Canadá, Sistema de Monitoreo de Áreas protegidas de Filipinas).

Monitoreo de investigación: la investigación se basa claramente en la información derivada de los otros tipos de monitoreo antes descritos, pero cuando se requiere de un monitoreo ecológico, la investigación normalmente implica cierto nivel de

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	rigurosidad tanto en la escogencia de los sitios, como en el diseño de muestreo.
ABSTRACT	Las preguntas pueden ser amplias y abiertas, o muy específicas y enfocadas. La
INTRODUCCIÓN	escala puede ser amplia, pero por lo general hay relativamente pocos sitios involu-
DEFINICIÓN DE MONITOREO	crados y una investigación multidimensional a largo plazo es llevada a cabo (p.e. Long-Term Ecological Research Network-LTER).
ESTADO ACTUAL	Finalmente, hacia el 2010 Lindemayer y Likens clasificaron el monitoreo en tres
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	categorías muy amplias para diferenciar el que es a largo plazo con fines de inves-
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	tigación de otros tipos de monitoreo.
AGRADECIMIENTOS	Monitoreo pasivo: hace referencia a programas carentes de preguntas o con dise-
BIBLIOGRAFÍA	ños de estudio que no tienen propósitos claramente definidos, lo que hace que la
	utilidad de la información recabada sea limitada o insuficiente para el tratamiento
	de los problemas ambientales o para entender cómo funcionan los ecosistemas.
	Monitoreo por mandato: responde a un mandato de los gobiernos o a directrices políticas
	para reunir información ambiental con el fin de observar tendencias en el tiempo (clima,
	caudal de los ríos, etc.). Se caracterizan por usar métodos rigurosos para la obtención de los
	datos y normalmente se emplean para generar reportes ambientales o alertas tempranas.
	Monitoreo dirigido: corresponde a los programas guiados por un modelo concep-
	tual, un diseño de estudio riguroso y unas predicciones e hipótesis que al final son
	probadas como parte del programa de monitoreo. Los resultados además pueden
	derivar en acciones concretas de manejo que son monitoreadas para medir la efec-
	tividad de las mismas en el cumplimiento de los objetivos iniciales del programa.
	A pesar de la amplia variedad de enfoques y propósitos de monitoreo se evidencia
	una fuerte relación y similitud entre algunas de las clasificaciones usualmente
	empleadas, que eventualmente permitiría tratarlas de manera conjunta dependien-
	do del alcance que se le desee dar a un programa de monitoreo. Por ejemplo, el
	monitoreo de manejo puede ser una extensión del monitoreo de investigación,
	ya que este último sienta las bases para entender cómo funciona un sistema y
	orienta sobre las acciones más convenientes para alterar o modificar factores de
	presión ejercidos sobre el mismo. Así mismo, el monitoreo ecológico y el bioló-
	gico guardan mucha relación con el monitoreo de investigación, en el sentido en
	que la aproximación a las preguntas de investigación, independiente de la escala
	(paisajes, comunidades, poblaciones), normalmente se hace desde la formulación
	de hipótesis, el diseño de muestreo y la aplicación de métodos rigurosos y estan-
	darizados. Por su parte, el monitoreo ambiental se relaciona con el monitoreo por
	mandato, en cuanto comprende temas que normalmente son de interés de las au-
	toridades gubernamentales que delegan a otras instituciones la tarea de levantar la
	información para poder hacer seguimiento a fenómenos naturales como el clima,
	la contaminación atmosférica, etc.
	No obstante, más allá del tipo, el enfoque o el propósito del monitoreo, lo impor-
	tante para entender aquí es que cada monitoreo responde a una necesidad puntual,

que a su vez responde a un diseño de muestreo y a un análisis riguroso. Por lo anterior, más que encajar en un tipo de monitoreo específico, lo mejor es precisar los alcances, objetivos, metodologías, recursos, tipos de análisis y divulgación de los resultados, con el fin de que el programa se convierta realmente en una herramienta para la toma de decisiones en la administración de los recursos naturales y no en un gasto innecesario o fuga de recursos financieros.

De otro lado, es claro que el monitoreo ambiental, ecológico, biológico o de cualquier tipo o enfoque no es suficiente por sí solo para abordar temas que tienen relación directa con otras disciplinas de las ciencias sociales, y por ende para detener la pérdida de la diversidad biológica. Por esta razón se ha recomendado combinarlo con monitoreos de tipo socioeconómico, para conocer y entender quiénes, cómo y dónde se está haciendo uso de la biodiversidad (Bawa & Menon 1997). La integración de variables biológicas y socioeconómicas a una escala apropiada permite entonces relacionar los cambios en las variables de estado con las causas determinantes de dichos cambios.

En la búsqueda de una comprensión científica completa del mundo que nos rodea, los ecólogos y los científicos sociales han trabajado dentro de sus disciplinas académicas para desarrollar una amplia gama de estudios empíricos, métodos y modelos para identificar factores clave, procesos y controles que regulan el comportamiento humano y las interacciones con el medio ambiente. Sin embargo, la mayoría de los investigadores han buscado respuestas a preguntas fundamentales acerca de patrones y procesos en el mundo ecológico y humano dentro de los límites de una disciplina o de otra, dejando de lado las relaciones entre los sistemas ecológicos y sociales (Redman *et al.* 2004).

Como resultado, a nivel mundial han surgido varias iniciativas, no solo para entender cómo funcionan los socioecosistemas, sino para prever los cambios que el planeta puede experimentar en las próximas décadas y las medidas que podemos adoptar para hacerlo más habitable. Entre ellas se destaca el surgimiento de la “Ciencia Integrada para la Sociedad y el Ambiente” (ISSE, por sus siglas en inglés), en un intento por elevar las ciencias sociales a un nuevo nivel de integración, colaboración y síntesis, necesario para direccionar las presiones sobre el medio ambiente y para enfrentar nuevos desafíos (US-LTER 2007, Collins *et al.* 2011). Esta iniciativa ha servido como base para la incorporación de temas sociales en los programas de Investigación Ecológica a Largo Plazo (LTER, por sus siglas en inglés), con el objetivo de brindar mejor información para el desarrollo y aplicación de las políticas de medio ambiente. Este nuevo enfoque integral fue inicialmente propuesto y desarrollado en su parte conceptual en Estados Unidos, pero actualmente está en proceso de formulación y aplicación en varios países de Europa y América (Anderson *et al.* 2010, Maass *et al.* 2010, Singh *et al.* 2013), algunos de los cuales ya contaban con un programa LTER.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN **¿Cómo decidir las variables a monitorear?**

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

La decisión de qué variables se deben monitorear depende en gran medida del enfoque y propósitos del monitoreo. Por ejemplo, cuando se trata de un programa con fines científicos, el monitoreo está orientado a variables de estado cuyos parámetros están asociados a hipótesis desarrolladas *a priori* con base en un marco conceptual sólido; mientras que programas de monitoreo diseñados para informes de gestión deben enfocarse sobre el estado y otras variables que están incluidas en la “función objetivo”⁴, así como las que se necesiten para modelar las variables de gestión adecuadamente. Por ejemplo, cuando se desea monitorear el estado de una población usada o explotada, la variable de estado puede ser el tamaño de la población, pero para propósitos de gestión es necesario conocer las cantidades usadas o cosechadas (lo cual no es una variable de estado, pero está relacionada con la función objetivo) (Yoccoz *et al.* 2001).

De cualquier forma, la selección de las variables es un paso fundamental cuando se está diseñando un programa de monitoreo y es un aspecto al que se le ha prestado muy poca atención, por lo que muchas veces se invierten grandes cantidades de dinero en programas de monitoreo que emplean variables que resultan ser inadecuadas para responder a las preguntas inicialmente planteadas (si estas han sido definidas) o insuficientes para la construcción de indicadores robustos.

Recientemente se ha propuesto la aplicación del concepto de Variables Esenciales de Biodiversidad (VEB) (Essential Biodiversity Variables -EBVs-) para ser aplicado dentro de programas de monitoreo globales (Sholes *et al.* 2012). Las VEB corresponden a un conjunto mínimo de variables que capturan las principales dimensiones de cambio de la biodiversidad y que son complementarias entre sí y con otras iniciativas de observación ambiental (Pereira *et al.* 2013). Este concepto fue propuesto por la Red de Observaciones de Biodiversidad del Grupo de Observaciones de la Tierra (Group on Earth Observations-Biodiversity Observation Network -GEO BON-) y fue avalado por el Convenio de Diversidad Biológica con miras al cumplimiento de las metas Aichi que fueron aprobadas dentro del Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020 (Sholes *et al.* 2012, Pereira *et al.* 2013), y se relaciona principalmente con el monitoreo de gestión, de mandato o de vigilancia, y en menor grado con el monitoreo ecológico y de investigación; sin embargo, como están pensadas para ser medidas con protocolos rigurosos y estandarizados, a futuro podrían convertirse en un insumo importante para implementar programas de monitoreo más integrales. En el contexto de este documento las VEB constituyen un elemento valioso durante el diseño de programas de monitoreo pensados a largo plazo.

⁴ Función objetivo es un enunciado que hace referencia a los objetivos de gestión, tales como minimizar la probabilidad de extinción en un horizonte temporal determinado.

Aspectos importantes para la estructuración de un programa de monitoreo

La construcción de un programa de monitoreo requiere de una agenda de trabajo inter o intra institucional, que genere espacios de discusión sobre la misión, la visión, los objetivos y los alcances que tendría el programa, así como de los componentes del mismo. En este sentido y teniendo en cuenta el marco conceptual que se ha desarrollado hasta el momento, los aspectos fundamentales que deben ser considerados en la estructuración de un programa de monitoreo son los siguientes:

Tabla 1. Características fundamentales de un programa de monitoreo exitoso (adaptado de Noss 1990, Spellerberg 1991, Lindemayer y Likens 2009, 2010).

Característica	Ejemplo
1. Tener claridad sobre qué es lo que se quiere monitorear y por qué. Se quiere monitorear un objeto <i>per se</i> o un indicador de algún proceso	El objeto de monitoreo del Sistema de Monitoreo de Áreas Coralinas (Simac) del Invermar son los arrecifes coralinos del Caribe y el Pacífico colombianos. Con la colecta de información básica y fundamental de variables intrínsecas de los ecosistemas coralinos a escala regional se pretende determinar el estado de los arrecifes a través del indicador de integridad biológica (1998–2013) y de condición-tendencia (2014–a la actualidad) establecidos para el ecosistema
2. Establecer objetivos claros y precisos	El objetivo es determinar el estado de integridad general del ecosistema a partir de la categorización de su estructura y función ecológica, la cual debe ser evaluada con una periodicidad anual
3. Definir quiénes son los usuarios objetivo del programa de monitoreo	Los principales usuarios de la información resultante del monitoreo de áreas coralinas son los administradores del recurso (PNNC, MADS y autoridades de orden local y regional), así como las comunidades que hacen uso artesanal. En segundo nivel se encuentra el público en general, a través de la divulgación de la información por diferentes medios
4. Establecer las metas del programa de monitoreo a corto, mediano y largo plazo. A dónde se quiere llegar, cuál es la escala temporal	Las metas establecidas son de largo plazo. Actualmente se tiene información de más de 14 años en un 40% de las estaciones de monitoreo; otro 40% poseen hasta 11 años de monitoreo y un 20% entre 2 y 7 años. La diferencia entre estos valores corresponde al año en que fueron instaladas las primeras estaciones
5. Definir las temáticas a cubrir y las preguntas a responder dentro de cada temática. Las preguntas deben resultar en objetivos cuantificables que den señales inequívocas para evaluar los progresos; además, las preguntas pueden cambiar o evolucionar durante el desarrollo del estudio, sin que esto atente contra la integridad de los datos	Las temáticas en las que se centra este programa de monitoreo son el estado estructural y funcional de las áreas coralinas del Caribe y el Pacífico colombianos, observado en su variación interanual y con referencia a los procesos regionales existentes (fenómenos naturales de El Niño y La Niña, tormentas tropicales, etc.)
6. Definir la escala de monitoreo y si su aproximación es sistemática, ecológica o de gestión	La escala de monitoreo de áreas coralinas es nacional y tiene dos enfoques: ecológico y para gestión y manejo

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES

PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	7. Establecer los modelos o bases conceptuales que fundamenten cada temática y preguntas relacionadas. Estos modelos ayudan a identificar el tipo de datos que se requiere y el diseño del estudio	Los modelos de referencia para el monitoreo a largo plazo fueron tomados de experiencias internacionales en islas oceánicas y Caricomp. El protocolo que se sigue para la colecta de información en campo es una adaptación de las metodologías del Caribbean Coastal Marine Productivity Program (Caricomp) y del Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA), y más recientemente de las experiencias internacionales en el arrecife coralino mesoamericano.
ABSTRACT		
INTRODUCCIÓN		
DEFINICIÓN DE MONITOREO		
ESTADO ACTUAL	8. Definir las variables y procesos que se deben medir para cubrir cada temática. Selección de los indicadores de composición, estructura y función en los niveles de organización a monitorear	Para arrecifes coralinos se tienen establecidas variables como cobertura de coral vivo, presencia de macroalgas y su interacción con los corales, presencia de fauna acompañante clave, abundancia, biomasa y riqueza de peces arrecifales de familias selectas, con el fin de poblar los indicadores de integridad ecológica y de condición-tendencia establecidos para el país con la categorización de No deseable, Regular, Aceptable, Bueno o Deseable.
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES		
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	9. Qué datos existen y cuáles deben ser integrados en bases de datos o plataformas de manejo y análisis de información	Los datos colectados de las variables tomadas en campo en cada una de las parcelas de monitoreo se encuentran en la base de datos SIMAC, la cual se encuentra en el repositorio de información para la gestión de las zonas marinas y costeras de Colombia en el Invermar
AGRADECIMIENTOS		
BIBLIOGRAFÍA	10. Infraestructura de datos para almacenar la información que se genere en el programa de monitoreo	La información colectada entre 1998 y 2013 reposa en un sistema soportado en la base de datos Oracle. A partir del 2014 se ha empezado a migrar a un nuevo repositorio de datos dentro del sistema llamado ARGOS, también soportado por Oracle y ofrece mayor flexibilidad para aceptar datos provenientes de diversas fuentes y metodologías de monitoreo
	11. Establecer las condiciones de línea base dentro de cada temática, o verificar si esta debe ser levantada	Inicialmente para el tema de los arrecifes coralinos se requirió del levantamiento de información de línea base para cada área en campo. En la actualidad solo es necesario realizarla cuando se levanta información por primera vez en un área
	12. Diseñar los métodos apropiados a implementar en cada área temática, quién los va a diseñar y ejecutar, cuáles son las preguntas específicas asociadas a cada objetivo y metas intermedias que se van a responder con las metodologías propuestas, así como el nivel de precisión estadística que se necesita para responder a cada pregunta	Las metodologías de colecta de datos en campo se diseñaron como un protocolo estandarizado y establecido institucionalmente que contienen las actualizaciones y ajustes basados en el objetivo del monitoreo. Por lo anterior el protocolo más reciente contiene una versión simplificada que se empezará a usar en las áreas de PNNC a partir de 2014, y que será útil para comparar información a nivel regional con el arrecife mesoamericano
	13. Identificar alianzas estratégicas existentes o necesarias para garantizar un programa de monitoreo robusto	La asociación con instituciones de orden nacional y local ha sido fundamental en el desempeño del programa de monitoreo. Un ejemplo de esto son las alianzas de trabajo conjunto con PNNC y varias instituciones civiles del archipiélago de Nuestra Señora del Rosario para la logística de la actividad de monitoreo en el área. En el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina la alianza es directamente con la Corporación de Desarrollo Sostenible (Coralina).
	14. Estrategia financiera para la sostenibilidad del programa	Esta ha sido la pieza fundamental para la continuidad del programa de monitoreo a nivel nacional. El SIMAC ha sido partícipe de fondos financieros de estrategias internacionales regionales que buscan el mismo objetivo para la región Caribe (ICRI, ICRAN, UNEP-SPAW/CAR, Healthy Reefs for Healthy People-Arrecife mesoamericano, Caricomp). Desde 1994 hasta 2008 fue subvencionado por la UNEP-SPAW/CAR y desde el 2009 a la fecha la financiación ha sido con presupuesto del estado y de proyectos a corto plazo.

1Ejemplos tomados del Sistema de Monitoreo de Areas Coralinas (SIMAC) del Invermar.

Ahora bien, con base en las características que debería tener un buen programa de monitoreo, Lindenmayer y Likens (2009) propusieron un esquema basado en el concepto de “manejo adaptativo”, al que los autores han denominado al monitoreo de la misma manera. Este esquema hace referencia a una serie de pasos iterativos que responden a preguntas que pueden cambiar o evolucionar durante la ejecución del programa, sin que se pierda la integridad de los datos recopilados ni la esencia misma del programa (p.e. Figura 1). La ventaja de este esquema es que es replicable a cualquier escala y aplica a cualquier tipo o enfoque de monitoreo.

- RESUMEN
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN
- DEFINICIÓN DE MONITOREO**
- ESTADO ACTUAL
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA

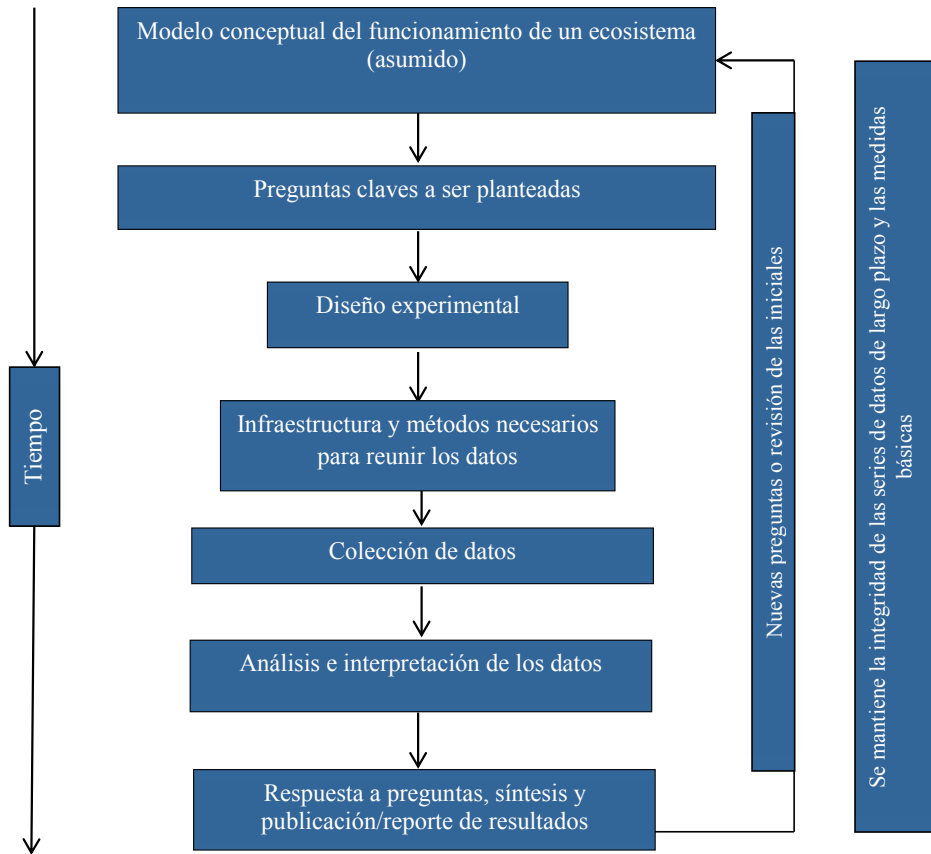


Figura 1. Secuencia de los pasos claves para establecer un programa de monitoreo (adaptado de Lindenmayer y Likens 2009).

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

Estado actual del monitoreo de la biodiversidad en Colombia

Introducción

Actualmente Colombia cuenta con un conjunto heterogéneo de sistemas de información sobre ambiente y biodiversidad que han incorporado dentro de sus planes de desarrollo el componente de monitoreo; sin embargo, debido a que fueron creados con propósitos distintos y con diferentes estándares de manejo y gestión de la información, estos presentan muy poca o ninguna interoperabilidad.

Algunos programas que han monitoreado variables ambientales o de biodiversidad hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), entre los cuales se destaca el seguimiento que hace el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) a las variables meteorológicas del país (Sisclima), a los cambios en la cobertura de los bosques (PMSB), y a la calidad del agua (SIGHR) y del aire en sistemas continentales (Sisaire). También se destaca el seguimiento que realiza el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) a los ecosistemas de coral, pastos marinos y de manglar como parte del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM), específicamente a través de los programas Redcam (Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina de Colombia) y de monitoreo ecosistémico.

Otra iniciativa importante de mencionar es la adelantada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), como autoridad nacional en teledetección y sensores remotos, la cual ha generado información de línea base de gran utilidad para el monitoreo de la biodiversidad. También se encuentran las iniciativas desarrolladas por el Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), con la publicación de la Estrategia Nacional de Monitoreo del Sistema de PNN de Colombia (Flórez *et al.* 2008) y el desarrollo del Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Hurtado *et al.* 2013), como las encargadas de dar lineamiento a las políticas de investigación y monitoreo dentro de las áreas protegidas de Colombia.

No obstante los esfuerzos realizados a nivel nacional a través de las iniciativas antes mencionadas, el impacto de la información generada se encuentra limitado a los alcances de cada institución, por lo que no son suficientes para abordar las preguntas transversales que surgen de la problemática del cambio global u otros detonantes de pérdida de biodiversidad. Adicionalmente, existen limitaciones en el conocimiento del funcionamiento de los sistemas naturales, en particular de sus dinámicas de cambio y la dirección de estos cambios; vacíos de información que hacen difícil detectar o aislar la naturaleza de los mismos,

en particular respecto a si son cambios debidos a procesos naturales o a alteraciones de carácter antrópico (Cuesta *et al.* 2012).

Ante esta situación y ante la ausencia de información publicada sobre los logros alcanzados a través de programas de monitoreo en el país, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt realizó durante el 2013 un diagnóstico sobre el estado del arte del monitoreo de la biodiversidad en Colombia, con el fin de evidenciar cuáles han sido las preguntas que se han abordado a través del monitoreo, cuáles han sido los enfoques y objetos de monitoreo más comunes, cuáles han sido las principales dificultades para dar continuidad a los programas, y cuáles son los vacíos de información que se deberían abordar mediante proyectos de monitoreo a largo plazo. Esto se hizo mediante la búsqueda de información en internet, la revisión bibliográfica y la aplicación de encuestas detalladas a más de cincuenta entidades en Colombia, en las que se analizaron cerca de cien iniciativas de estudios a largo plazo.

Los resultados que se presentan en este capítulo destacan las entidades que hacen monitoreo en Colombia, cómo lo están haciendo, en qué escalas temporales y espaciales, qué tipo de preguntas se responden y cuáles niveles de biodiversidad están siendo abordados, entre otros aspectos, así como las principales conclusiones y recomendaciones para la formulación de un programa nacional de monitoreo a largo plazo.

Metodología

El diagnóstico y evaluación de las distintas iniciativas de monitoreo a nivel nacional fue realizado en primera instancia mediante una búsqueda básica a través de internet, aplicando tres palabras claves: Monitoreo + Biodiversidad + Colombia, esta exploración inicial arrojó un buen listado. El segundo paso consistió en hacer una búsqueda más detallada, también en internet, de iniciativas lideradas por los institutos nacionales de investigación adscritos al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS): Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), Instituto de Investigaciones Marino Costeras (Invemar), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt) y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP); los grupos de investigación de las universidades y ONG que trabajan en conservación; y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

Durante la segunda fase, la información recopilada hasta ese momento fue consultada con mayor detalle y profundidad, con el fin de indagar sobre aspectos puntuales, como por ejemplo, los objetivos del programa o iniciativa de monitoreo, la estructura del programa, los métodos o protocolos metodológicos, la duración y los resultados más relevantes.

En una tercera fase adicional y con base en los listados previamente obtenidos, se elaboraron y aplicaron dos encuestas más detalladas, una corta estructurada y

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	una segunda larga semiestructurada. La primera encuesta fue diseñada en Survey Monkey (1999) y enviada a cada contacto a través de correo electrónico, con el fin de filtrar a aquellas instituciones u organizaciones que cumplieran con un primer criterio de selección: iniciativas de monitoreo de una duración mínima de tres años, lo cual permitió seleccionar aquellas iniciativas que indicaban una sostenibilidad en el tiempo.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	Una vez obtenidas las iniciativas que cumplieron con ese criterio, se procedió a elaborar la segunda encuesta semiestructurada, la cual fue diseñada con base en los siguientes criterios de selección: 1) toma de datos de forma sistemática y consistente, 2) regularidad en la toma de datos y 3) análisis de la información con el fin de dar respuesta a una pregunta inicialmente establecida (dependiendo del nivel de biodiversidad abordado) (BirdLife International 2006). Esta encuesta se hizo con el objetivo de obtener información más completa y detallada de aspectos como costos, fuentes de financiación, dificultades en la ejecución, así como para aclarar el desarrollo de la ejecución, y en algunos casos, la identificación de preguntas macro y específicas de la iniciativa. La encuesta fue aplicada de dos maneras: vía correo electrónico y entrevista personal. En la mayoría de los casos fue necesario complementar la segunda encuesta enviada a través del correo con entrevistas realizadas personalmente, por vía telefónica o mediante Skype.
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Adicionalmente y con el fin de indagar sobre dos tipos de monitoreo que no son mencionados de manera directa en las fuentes de información y que fueron considerados relevantes para el monitoreo de la biodiversidad, se llevaron a cabo dos talleres temáticos, uno sobre monitoreo participativo y otro sobre monitoreo en iniciativas de restauración. A cada uno de estos talleres se invitó a participar a aquellas instituciones con experiencia en cada una de las temáticas. El objetivo de estos talleres era indagar sobre las características de las iniciativas (objetos de monitoreo, preguntas del monitoreo, metodología, resultados y dificultades en la ejecución), así como recoger las opiniones de los participantes acerca de la confiabilidad de los datos, la utilidad del monitoreo, alcances y limitaciones, perspectivas y fuentes de financiación.

Toda la información recopilada fue consignada en una matriz de Excel que incluía los siguientes campos: nombre de la iniciativa, sigla, enfoque de monitoreo (ambiental, ecológico, investigación y/o mandato), año de inicio, año finalización, estado de ejecución de la iniciativa, escala geográfica (nacional, regional, local), región del país (Amazónica, Andina, Caribe, Insular, Pacífico y Orinoquia), departamentos que cubrían área geográfica (municipios y otras áreas subregionales, si aplica), áreas protegidas que cubre (si aplica), alianzas, tipos de alianza (nacional, internacional), nombre de la alianza, organizaciones participantes, organización líder, tipo de organización líder (pública, privada, academia), naturaleza de la organización líder (ONG, universidad, instituto de investigación, entre otros), objeto de estudio (ecosistemas, comunidades, poblaciones,

especies, genes), objetivo de la iniciativa, preguntas marco, preguntas específicas, origen de los datos (primarios, secundarios o una combinación de los dos), resultados obtenidos (publicaciones, protocolos, bases de datos públicas, entre otros), dificultades en la ejecución, costo de la iniciativa, fuente de financiación, sitio web, información de contacto. Así mismo en algunos casos se les pregunto qué elementos consideraban necesarios para que el monitoreo fuera exitoso.

El análisis de la información consignada en la base de datos en Excel pretendía dar respuesta al estado del monitoreo de la biodiversidad en Colombia. El primer nivel de análisis se centró en los siguientes aspectos:

- a) ¿Quién monitorea la biodiversidad en Colombia?
- b) ¿Cuáles niveles de la biodiversidad están siendo monitoreados?
- c) ¿Cuáles son los objetivos del monitoreo?
- d) ¿Cómo es monitoreada la biodiversidad en Colombia?
- e) ¿Qué tipo de preguntas guían el monitoreo de la biodiversidad?
- f) ¿Cuáles son las escalas espaciales para el monitoreo de la biodiversidad?
- g) ¿Qué enfoques de monitoreo son los más utilizados para monitorear la biodiversidad?
- h) ¿Qué tipo de variables son utilizadas para monitorear la biodiversidad?

El segundo nivel de análisis abordó aspectos como la funcionalidad del monitoreo para el lineamiento de políticas y toma de decisiones a nivel nacional y regional, utilizando los siguientes criterios: costos y fuentes de financiación de las iniciativas, principales resultados que apuntaran a dar lineamientos de política, cooperación interinstitucional, dificultades en la ejecución, monitoreo en áreas protegidas.

Resultados

La búsqueda de primer nivel a través de internet arrojó un listado que contenía información tanto de iniciativas puntuales de monitoreo como de sistemas de acopio y manejo de información ambiental y de biodiversidad, las cuales integran el Sistema de Información Ambiental de Colombia. Otro resultado de la primera búsqueda fue un listado de instituciones relacionadas con monitoreo de la biodiversidad en Colombia como institutos de investigación nacional y académicos, ONG y universidades (investigadores o grupos de investigación). Entre las principales instituciones se destacan los institutos de investigación nacional como el Ideam, el Invemar, el Sinchi y el Instituto Humboldt.

A partir del listado obtenido se realizó la segunda búsqueda en internet, en la cual se recopiló información más detallada de algunas de las iniciativas. Sin embargo,

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN
 ABSTRACT
 INTRODUCCIÓN
 DEFINICIÓN DE MONITOREO
ESTADO ACTUAL
 LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
 PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
 AGRADECIMIENTOS
 BIBLIOGRAFÍA

la información presente en las páginas web de las instituciones fue muy general en la mayoría de los casos, lo que limitó el análisis a profundidad planteado para este caso. Esta búsqueda también arrojó un nuevo listado de organizaciones, instituciones, universidades y grupos de investigación, así como investigadores relacionados con monitoreo a los cuales se les envió la primera encuesta.

La primera encuesta fue enviada a 148 instituciones y/o organizaciones y personas (Figura 2) diferenciadas así: 34 CAR, 8 empresas privadas, 48 ONG, 9 institutos gubernamentales (institutos de investigación y secretarías de ambiente, entre otros), 23 universidades y grupos de investigación, y 26 contactos que incluyen investigadores independientes, asociaciones y organizaciones, entre otros. Solamente 57 instituciones respondieron la encuesta, y de ellas el 78,4% respondió tener programas de monitoreo de biodiversidad, mientras que 45 instituciones respondieron que contaban con programas de monitoreo cuya duración era igual o mayor a 3 años.

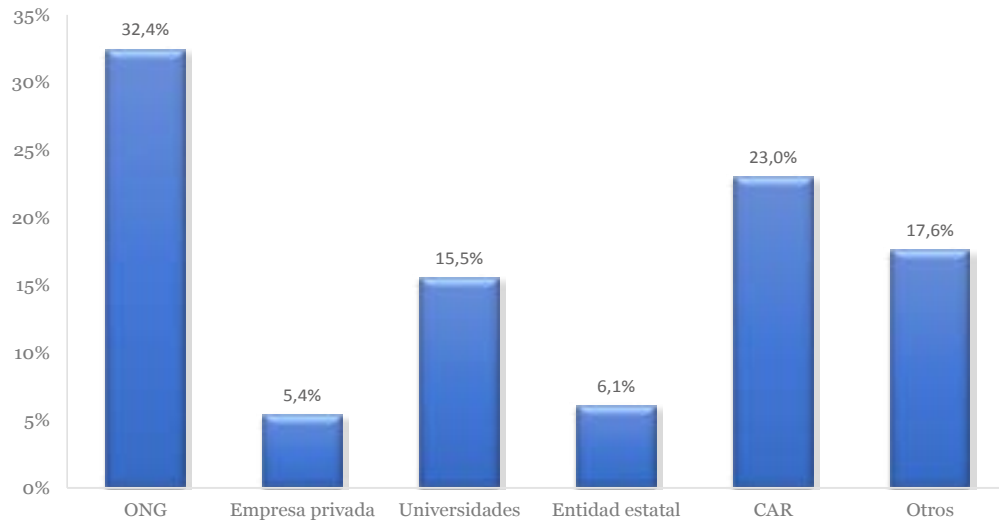


Figura 2. Naturaleza de las 148 instituciones contactadas por medio de la encuesta corta.

En algunos casos se contactó directamente a los responsables de los programas a través de entrevistas personales y/o mediante vía telefónica. Este fue el caso de iniciativas lideradas por los institutos de investigación nacional como el Ideam e Invemar, así como el de algunas ONG como Tropenbos, Natütama y Cipav, entre otras.

La segunda encuesta semiestructurada fue respondida por 51 entidades que enviaron la información por correo. Para la mayoría de los casos la información se validó y complementó mediante entrevistas telefónicas.

A partir de la combinación de la búsqueda de internet de segundo nivel, revisión bibliográfica de documentos, entrevistas personales y telefónicas, talleres y la información recopilada a partir de la segunda encuesta se recopiló información de 79 iniciativas de monitoreo de la biodiversidad a nivel nacional, de las cuales 71 estaban en ejecución en el año 2013 y 8 ya habían sido ejecutadas. En cuanto a la escala de ejecución, 4 de las iniciativas eran realizadas a escala supranacional a través de redes de investigación internacionales, 12 eran realizadas a escala nacional, 21 a escala regional, y 42, que comprenden la mayoría de las iniciativas, se realizaban a escala local (incluyendo localidades específicas de un departamento dado).

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos dando respuesta a las preguntas que permiten profundizar sobre el estado actual del monitoreo de la biodiversidad en Colombia, según los criterios evaluados para la funcionalidad del mismo en materia de toma de decisiones y lineamientos de política para manejo y conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

a) ¿Quién hace el monitoreo en Colombia?

En Colombia el monitoreo a largo plazo es realizado por una variedad de instituciones entre las cuales se destacan los institutos de investigación nacionales, universidades y grupos de investigación asociados y ONG (Tabla 2), de los cuales la gran mayoría corresponde a ONG con programas de monitoreo puntuales (Figura 3). Sin embargo, es importante resaltar que los institutos de investigación son los que realizan monitoreos de más largo plazo y de cobertura nacional.

Los datos muestran que cinco institutos de investigación nacionales, Sinchi, Invemar, Ideam, IAvH e IIAP han elaborado sistemas de monitoreo como parte de su quehacer diario, obedeciendo a un mandato establecido en las principales legislaciones, las políticas en materia de la biodiversidad en Colombia y los tratados internacionales. Por su parte, el Instituto Humboldt pese a no contar con programas de monitoreo como tal, reportó dos iniciativas, ya que ha liderado y apoyado algunos proyectos a largo plazo. Por ejemplo, desde 1997 y hasta 2003 coordinó y ejecutó el proyecto “Dinámica de Bosques Andinos” que realizaba, de manera estricta y siguiendo un protocolo de campo estandarizado, el moni-

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN toreo de los cambios en la vegetación y la dinámica natural del bosque nublado andino en una parcela permanente de 25 ha localizada a 1800 m de altitud en la Reserva Natural La Planada (Nariño), la cual se encuentra integrada a la red mundial de parcelas permanentes coordinada por el Centro para las Ciencias Forestales del Trópico (CTFS) del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

ESTADO ACTUAL

- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA

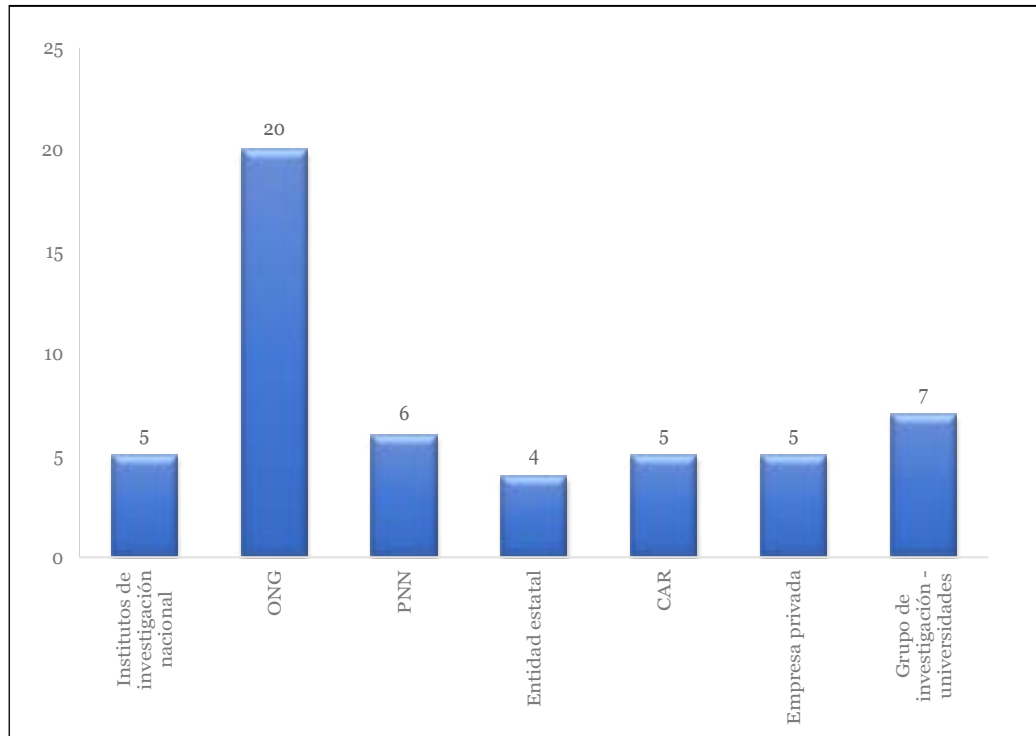


Figura 3. Naturaleza de las entidades que realizan monitoreo en Colombia.

Los datos muestran que cinco institutos de investigación nacionales, Sinchi, Inve-mar, Ideam, IAvH e IIAP han elaborado sistemas de monitoreo como parte de su quehacer diario, obedeciendo a un mandato establecido en las principales legislaciones, las políticas en materia de la biodiversidad en Colombia y los tratados internacionales. Por su parte, el Instituto Humboldt pese a no contar con programas de monitoreo como tal, reportó dos iniciativas, ya que ha liderado y apoyado algunos proyectos a largo plazo. Por ejemplo, desde 1997 y hasta 2003 coordinó y ejecutó el proyecto “Dinámica de Bosques Andinos” que realizaba, de manera estricta y siguiendo un protocolo de campo estandarizado, el monitoreo de los

cambios en la vegetación y la dinámica natural del bosque nublado andino en una parcela permanente de 25 ha localizada a 1800 m de altitud en la Reserva Natural La Planada (Nariño), la cual se encuentra integrada a la red mundial de parcelas permanentes coordinada por el Centro para las Ciencias Forestales del Trópico (CTFS) del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

El monitoreo realizado por los demás institutos de investigación está ligado a los sistemas de acopio, manejo y divulgación de la información de los componentes de la biodiversidad. La mayoría de las iniciativas se realizan bajo un esquema de alianza en donde un instituto se encarga de la coordinación y de dar lineamientos sobre la toma de datos y la elaboración de protocolos, y además controla, recoge y maneja las bases de datos y metadatos asociados. Entre las iniciativas más relevantes se encuentran aquellas lideradas por el Invenmar con el monitoreo de variables ambientales como la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (Redcam), y de ecosistemas de coral y manglar como parte del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM). Así mismo se destaca el monitoreo riguroso de variables ambientales (reportes anuales y mensuales) y de ecosistemas boscosos mediante el Programa de Monitoreo y Seguimiento de Bosques y Áreas de Aptitud Forestal (Pmsb) y el Proyecto de Monitoreo de Deforestación liderados por el Ideam.

También, desde el año 2000 y de manera conjunta con diversas entidades del Sistema Nacional Ambiental (Sina), el Instituto Humboldt implementó un Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política Nacional de Biodiversidad, partiendo de la premisa de que el fundamento de cualquier sistema de monitoreo es que emplee medidas cuantificables y repetibles en el tiempo (indicadores). Este sistema se basa en el esquema estado-presión-respuesta (OECD 1994, UN 1996, UNEP-CDB-SBSTTA 2003, y actualmente está disponible un marco conceptual con criterios homogéneos de aplicación (Sarmiento *et al.* 2000), que ha sido puesto en práctica en diferentes ecorregiones del país (Andes, Amazonas, Orinoquia) (Rudas *et al.* 2002, Ortiz *et al.* 2004, Romero *et al.* 2004, Rodríguez *et al.* 2005, Armenteras *et al.* 2007). Sin embargo, hay que aclarar que la metodología empleada a través del sistema de indicadores, más que monitorear los cambios en la biodiversidad, los mide a través del análisis multitemporal, generando una línea base para poder hacer seguimiento a la política.

Adicionalmente, el Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia cuenta con una estrategia de monitoreo creada con el propósito de recopilar información sobre los Valores Objeto de Conservación (VOC) en cada uno de sus parques y las presiones que los amenazan para una toma de decisiones sobre el manejo del mismo (Flórez *et al.* 2008). Sin embargo, algunos parques nacionales naturales están adelantando programas de monitoreo, tal es el caso de los parques Gorgona, el PNN Malpelo, el PNN Sanquianga y el PNN El Tuparro. Otros parques naturales realizan el monitoreo de sus programas de restauración ecológica.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	También es importante aclarar que algunos parques como el PNN Tayrona, Islas del Rosario, Gorgona, Utria, Malpelo y Providencia son socios en los monitoreos de arrecifes coralinos que realiza el Invemar.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	Otro grupo importante de entidades que realiza monitoreo en Colombia son las ONG. De las 75 iniciativas reportadas, 34 son lideradas por esta clase de organizaciones que corresponden a programas institucionales o a proyectos específicos y a colaboraciones con entidades nacionales como Parques Nacionales Naturales y Corporaciones Autónomas Regionales. Dentro de este grupo se diferencian aquellos programas realizados por ONG internacionales entre las que se destacan Tropenbos con su programa de Monitoreo Comunitario para el Manejo de los Recursos Naturales en la Amazonia Colombiana, la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS) con el programa de Monitoreo del Oso de Anteojos y el de la Pava Vallecaucana, y Conservación Internacional (CI) con los programas de Monitoreo de la Tortuga Carranchina en el Bajo Sinú, Tortugas Marinas y de la Rana Arlequín.
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Así mismo, existen ONG locales que han desarrollado programas de monitoreo a largo plazo como el caso de la Fundación Calidris que desarrolla cinco programas de monitoreo, algunos de ellos en alianza con Parques Nacionales Naturales como el PNN Gorgona y el PNN Malpelo. Por otro lado, la Fundación Omacha con el programa de monitoreo de mamíferos acuáticos como el manatí, las nutrias y los odontocetos (delfines).

Las universidades y grupos de investigación asociados también llevan a cabo programas de monitoreo con fines de estudio, en algunos casos realizan el monitoreo a través de alianzas internacionales como en la iniciativa GLORIA–Andes y el Programa Monitoreo Ambiental para Cambio Climático en Ecosistemas Agrícolas Andinos (Macacea). En otros casos los programas son realizados mediante colaboraciones con institutos de investigación y PNN entre otros, como es el Monitoreo de Especies de Plantas de Interés para Conservación que hace parte de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas liderado por la Universidad de Antioquia, especialmente en el grupo de las zamias (Zamiaceae).

Con respecto a las CAR, se registraron varias iniciativas de monitoreo realizadas con la participación de la Carder, Corantioquia, Cornare, Corpoboyacá y Corpochivor, pero en su mayoría ejecutadas en convenios de cooperación con ONG o universidades. En general, estas iniciativas hacen parte de los planes de acción y gestión ambiental. Además, es importante aclarar que estas entidades recopilan información para los sistemas de monitoreo del agua, aire y bosques del Ideam y los sistemas de monitoreo de calidad de agua marina del Invemar. Otros entes estatales que realizan monitoreo son la Empresa de Acueducto de Bogotá a través de un componente de su programa de Restauración Ecológica de Humedales Urbanos y la Secretaría de Ambiente de Bogotá con cuatro iniciativas en el marco de sus programas de restauración ecológica.

Por parte de la empresa privada, el Cerrejón, ISA y EPSA han realizado monitoreos en los sitios de exploración y construcción de represas, los cuales son realizados dentro de un marco normativo por lo general (esquemas de compensación ambiental o para cumplir con los requerimientos de licencias ambientales), por lo que podrían ser clasificados como seguimiento y evaluación de la gestión.

Tabla 2: Entidades que realizan o habían realizado monitoreo en Colombia hasta el año 2013.

Entidad	Naturaleza de la institución	No. Programas de monitoreo que reportan
Ideam	Instituto de investigación nacional	4
Invemar	Instituto de investigación nacional	4
Sinchi	Instituto de investigación nacional	2
IIAP	Instituto de investigación nacional	1
Instituto Humboldt	Instituto de investigación nacional	2
WCS	ONG	2
PNN Alto Fragua Indi-Wasi	PNN	1
PNN Munchique	PNN	1
PNN Paramillo	PNN	1
PNN Sanquianga	PNN	1
PNN Gorgona	PNN	1
PNN Malpelo	PNN	1
Jardín Botánico de Bogotá	Entidad pública	1
Secretaria de Medio Ambiente de Bogotá	Entidad pública	1
CARDER	Corporación Autónoma Regional	1
Corpoboyacá	Corporación Autónoma Regional	2
Corpochivor	Corporación Autónoma Regional	1
Empresa de Acueducto de Bogotá	Entidad pública	1
Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá	Entidad pública	1
Fundación Prosierra	ONG	1
Tropenbos	ONG	1
Conservación Internacional	ONG	3
Fundación Natura	ONG	3
Fundación Omacha	ONG	1
Proaves	ONG	1
Fundación Calidris	ONG	5
Fundación Natúma	ONG	1
Fundación Humedales	ONG	1

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES

PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	CIPAV	ONG	4
ABSTRACT	Fundación Semillas de Vida	ONG	1
INTRODUCCIÓN	Fundación Veredal Verjón Bajo	ONG	1
DEFINICIÓN DE MONITOREO	Fundación Entrópika	ONG	2
ESTADO ACTUAL	Fundación Herencia Ambiental Caribe	ONG	1
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	Fundación Malpelo	ONG	1
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	Fundación Proyecto Tití	ONG	1
AGRADECIMIENTOS	ICRI	ONG	1
BIBLIOGRAFÍA	Fundación Squalus	ONG	1
	Federación Nacional de Cafeteros	Asociación privada	1
	UNODC	ONG	1
	Conif	Mixta (pública-privada)	2
	ISA	Empresa privada	1
	Cerrejón	Empresa privada	1
	EPSA	Empresa privada	1
	Universidad de Antioquia	Academia	2
	Universidad del Valle	Academia	1
	Grupo de restauración ecológica de la Universidad Nacional	Academia	2
	Universidad Nacional	Academia	2
	Universidad Javeriana	Academia	2
	Icesi	Academia	1
	Universidad del Tolima	Academia	2

b) ¿Cuáles niveles de la biodiversidad están siendo monitoreados y cuáles son los objetivos del monitoreo?

El segundo aspecto a analizar son los niveles de biodiversidad que están siendo monitoreados por las diferentes entidades en Colombia, entendiendo que los niveles establecidos son: ecosistemas, poblaciones, comunidades, especies y genes.

Los programas a nivel nacional desarrollados por el Ideam y el Invermar monitorean el estado y las presiones sobre los principales ecosistemas terrestres y marinos. Este monitoreo se realiza a partir de variables ambientales, físicas y bióticas. En general estos programas dan cuenta del estado de los ecosistemas y de los impactos de las diferentes presiones antrópicas sobre los mismos. Ejemplo de ello son el Programa de Monitoreo y Seguimiento de Bosques y de Áreas de Aptitud Forestal (PMSB) liderado por el Ideam, cuyo objetivo es establecer el estado de los ecosistemas boscosos de Colombia, así como el efecto de presiones como la deforestación y el cambio climático; se destacan también el Programa de Monitoreo de la Deforestación en Colombia y en la Amazonía liderados por el Ideam y el

Sinchi respectivamente. Por su parte el Invemar cuenta con el programa Redcam y el Sistema de Monitoreo de Áreas Coralinas (SIMAC) encargados de hacer monitoreo de los ecosistemas marinos en general y de los arrecifes de coral.

Otros programas que concentran su monitoreo en ecosistemas son aquellos que hacen parte de alianzas o redes internacionales como el caso de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor) y el proyecto Gloria–Andes. Estos programas están enfocados en determinar su integridad y la dinámica de los ecosistemas en su estado natural y bajo perturbaciones antrópicas o naturales como la variabilidad climática.

Los trabajos desarrollados por las ONG y algunos de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC) apuntan principalmente al monitoreo de poblaciones y comunidades. Por lo general, estas iniciativas tienen como objetivo principal establecer el estado de las poblaciones a partir de preguntas específicas como cambios en la abundancia y riqueza de las especies a lo largo del tiempo, cambios en el hábitat y cambios de distribución de las especies.

Por otro lado, la estrategia de monitoreo de PNNC está enfocada hacia el monitoreo de Valores Objeto de Conservación (VOC), y por lo general está enmarcada dentro de sus metas programáticas y objetivos de conservación específicos para cada parque. Los VOC usualmente son ecosistemas, especies animales endémicas o especies en peligro de extinción. Entre los casos representativos están: el Programa de Monitoreo del Manatí Amazónico a cargo de la Fundación Natütama, el proyecto Aoutus desarrollado en el PNN Amacayacú y por la Fundación Entrópika, el Monitoreo de peces pelágicos dentro de la columna de agua del SFF Malpelo a cargo de la Fundación Malpelo y el Parque Nacional Natural Malpelo, el programa de Monitoreo de Aves Acuáticas en la Ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta (Fundación Calidris) y los Programas de Monitoreo de Aves Marinas y Tortugas del Parque Nacional Natural Gorgona.

Existen varias iniciativas que monitorean ecosistemas y especies de fauna asociadas y que se concentran en las poblaciones y sus dinámicas, como es el caso del Sistema de Monitoreo de Áreas Coralinas de Colombia de los Parques Nacionales Naturales del Pacífico Colombiano (Simac-Pacífico) liderado por la Universidad del Valle, la iniciativa de Monitoreo de Aves Acuáticas en la Ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta (PNNC) liderado por PNN, y el Sistema de Monitoreo Participativo de la Laguna de Fúquene liderado por la Fundación Humedales.

En cuanto a monitoreo de poblaciones de especies y su estado se encuentran iniciativas puntuales como las desarrolladas por la Fundación Squalus con el Programa Nacional de Avistamiento de Tiburones y Rayas, el trabajo de WCS con el Monitoreo Participativo de la Pava caucana, la Fundación Tití con su Proyecto Tití y la Asociación Calidris con su Programa de Monitoreo de Aves Migratorias del Pacífico Americano y de la Cordillera Central de Colombia.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	Por último, cabe resaltar que algunas de las iniciativas de monitoreo tienen por
ABSTRACT	objeto de estudio entender el funcionamiento de algunos ecosistemas, por lo que
INTRODUCCIÓN	también realizan monitoreo de los ciclos del agua y el carbono, así como de otras
DEFINICIÓN DE MONITOREO	variables fisicoquímicas como pH, concentración de metales, nutrientes y en ocasiones
ESTADO ACTUAL	variables bióticas. Dentro de este grupo se destacan iniciativas como el monitoreo de las
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de
AGRADECIMIENTOS	Santa Marta (Invemar y CAR), y el monitoreo de los ciclos de agua y carbono en páramos
BIBLIOGRAFÍA	y bosques alto-andinos, como parte del proyecto piloto INAP–Componente de Alta

Montaña (Ideam).

c) ¿Cómo es monitoreada la biodiversidad en Colombia?

Con el fin de analizar cómo se monitorea la biodiversidad en Colombia se evaluó la recolección y manejo de información, incluyendo el tipo de variables utilizadas, metodologías empleadas para la recolección de datos, el origen de los datos (primarios o secundarios) y el personal encargado de la toma de los mismos.

La mayoría de las iniciativas revisadas cuentan con un sistema de acopio y manejo de información estandarizado y centralizado. Sin embargo, solo algunas de ellas tienen protocolos establecidos. Aparte de los programas del Invemar, PNNC e Ideam, se encuentran el programa SIMCI de UNODC, el Programa de Monitoreo de Aves Migratorias de Proaves, el programa Gloria-Andes liderado por la Universidad Javeriana, el proyecto Macacea (grupo de Estudios Ambientales de la Universidad el Cauca), el programa de Crecimiento Forestal adelantado por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif) y los programas de monitoreo de la rana arlequín y la tortuga carranchina adelantados por Conservación Internacional.

En la mayoría de los casos, el monitoreo recopila datos primarios tomados *in situ*. En el caso del monitoreo de poblaciones de especies vegetales, el método usado con mayor frecuencia es el de establecimiento de parcelas de vegetación en donde se miden la riqueza y composición de las especies, el ciclaje de nutrientes, la biomasa y el stock de carbono; mientras que para el monitoreo de comunidades y poblaciones de fauna, los métodos más utilizados son los conteos por transecto, el anillamiento de aves, el uso trampas y registros auditivos (p.e. cantos de aves), el establecimiento de cámaras trampa, los reportes de la comunidad y los avistamientos.

Existe un pequeño grupo de iniciativas que realizan monitoreo a partir de datos secundarios como la medición de cambios de cobertura, a partir del análisis de imágenes de satélite, como en el caso de los programas de Monitoreo de la Deforestación en Colombia (Ideam), el Monitoreo de los Bosques y Otras Coberturas de la Amazonía Colombiana a escala 1:100.000 del Sinchi, el SIMCI liderado por UNODC y el Monitoreo en el programa de Compensación Forestal en la Serranía del Perijá adelantado por la Fundación Prosierra.

Con el fin de medir la respuesta de las poblaciones y los ecosistemas a presiones antrópicas, las iniciativas de monitoreo miden el cambio a lo largo del tiempo de variables físicas y bióticas. Tal es el caso de la iniciativa que evalúa las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Invemar, Corpamag y PNNC), el programa Dinámicas Socioambientales en la Amazonia Colombiana del Sinchi, Macacea, Caricomp, Gloria–Andes, y el Sistema de Monitoreo Participativo de la Laguna de Fúquene de la Fundación Humedales, entre otros.

En cuanto al tipo de variables utilizadas en las diferentes iniciativas de monitoreo en Colombia, vemos que varias combinan la medición de variables fisicoquímicas con bióticas que permiten evaluar el cambio en el estado de un ecosistema dado a lo largo del tiempo, como ocurre en el caso de los programas Redcam, Simac y el monitoreo de la Ciénaga Grande, todos a cargo del Invemar. En ellos se miden variables que permiten establecer los cambios en la calidad del agua y al mismo tiempo los que se producen en las poblaciones de especies de peces, pastos marinos, corales y aves asociadas a estos ecosistemas. Este también es el caso del monitoreo en la Laguna de Fúquene (Fundación Humedales) que mide variables de calidad de agua en la laguna y el cambio en el estado de las poblaciones vegetales y animales.

El monitoreo de los proyectos o programas de restauración ecológica, como aquellos adelantados por el Centro para la Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav), la Universidad Icesi, el Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional, la Universidad Javeriana y la Fundación Prosierra, incluyen variables bióticas y abióticas con el fin de establecer el éxito de las acciones de restauración en cuanto a recuperación de las condiciones y dinámicas de los ecosistemas. Algunas de las variables comúnmente utilizadas son porosidad, densidad, pH y cantidad de carbono orgánico del suelo, actividad microbiana, cobertura y composición del dosel, monitoreo de poblaciones de hormigas, y composición y riqueza de especies de fauna que sirven como indicadores de la recuperación de la biodiversidad.

En general, los proyectos de restauración también miden otras variables relacionadas con el éxito de la siembra, como por ejemplo la mortalidad de plántulas, la altura de los individuos, la riqueza y diversidad de las especies plantadas, entre otras. Otras iniciativas monitorean la presencia de especies invasoras y su efecto en el crecimiento y propagación de las especies utilizadas para la restauración, como el caso del Monitoreo de Implementación y Evaluación de los Proyectos de Restauración de los Ecosistemas Andinos, liderado por el Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia.

Por otra parte, la mayoría de las iniciativas son diseñadas para ser llevadas a cabo por personal especializado o entrenado específicamente para el monitoreo. Sin

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	embargo, existen iniciativas que se diseñan con las comunidades locales o que las involucran en la toma y análisis de los datos. Dentro de estas iniciativas sobresale el Programa de Monitoreo Comunitario para el Manejo de los Recursos Naturales en la Amazonia Colombia liderado por Tropenbos, el cual ha sido llevado a cabo por más de 13 años, e incluye el monitoreo de las especies usadas para pesca comercial y de consumo, así como el monitoreo de las especies usadas en las chagras y aquellas no maderables de aprovechamiento para la artesanía.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	Otra iniciativa de monitoreo con participación de la comunidad es la desarrollada por la Fundación Humedales en la laguna de Fúquene, en donde la fundación capacita y contrata a pescadores y artesanos de la región para llevar a cabo el monitoreo con el objetivo de que las comunidades se apropien del manejo sostenible de la laguna y las poblaciones de fauna y flora de las que dependen. También el Programa de Monitoreo del Manatí Amazónico de la Fundación Natütama en Puerto Nariño (Amazonas) incluyó a la comunidad desde su diseño, en esta iniciativa los pescadores, jóvenes y niños de las comunidades locales son los encargados de tomar los registros de las poblaciones de manatíes, y así mismo han sido los que han propuestos otros programas de monitoreo comunitario en el área como el monitoreo de la Garza Ceniza, Tortugas, Perezosos y Pirarucu. Por último, se destaca el Programa de la Pava Caucana en la reserva de Yotoco por WCS, en donde el monitoreo es llevado a cabo por estudiantes universitarios y voluntarios y algunas organizaciones locales con el objetivo de asegurar la sostenibilidad del programa (Gutiérrez <i>et al.</i> 2012).
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Cabe resaltar la labor del Jardín Botánico de Bogotá con el Programa de Restauración Ecológica Participativa en Humedales, con el fin de asegurar la apropiación de los diferentes actores en la toma de decisiones para el manejo de los humedales del distrito.

d) ¿Qué tipo de preguntas se responden a través del monitoreo de la biodiversidad?

Al analizar las preguntas macro de las iniciativas consultadas vemos que en mayor proporción las iniciativas responden preguntas que han sido formuladas en el marco del modelo de Estado-Presión-Respuesta. La mayoría de las iniciativas parten de la pregunta de establecer el estado de los ecosistemas y las poblaciones. En el caso de los programas de monitoreo llevados a cabo por institutos de investigación, PNNC y las CAR estas preguntas son formuladas dentro de la naturaleza y el quehacer de las mismas. Por lo general, estas iniciativas pretenden dar pautas para la generación de estrategias de manejo y conservación de la biodiversidad como parte de los mandatos nacionales.

Entre las iniciativas que se concentran en responder preguntas sobre el estado de los ecosistemas y las poblaciones se destacan los programas de monitoreo de aves de Calidris y Proaves, el programa de la rana arlequín y la tortuga carranchina de CI, los programas de monitoreo de oso andino y la pava caucana de WCS, el pro-

grama de Monitoreo Comunitario del Manatí Amazónico de Natütama, el PMSB del Ideam, Redcam y SIMAC del Invenmar, el programa de Monitoreo y Recursos Naturales de la Amazonía del Sinchi, entre otros.

En otra escala, algunas iniciativas tienen preguntas dirigidas a evaluar la efectividad del manejo de las acciones de conservación como en el caso de los programas de monitoreo de los parques nacionales naturales Malpelo, Sanquianga, Gorgona y Tuparro, entre otros, cuyo objetivo es evaluar la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de los VOC. Dentro de este grupo cabe también mencionar los monitoreos de los proyectos y programas de restauración ecológica (27 iniciativas en total), los cuales tienen por objeto evaluar la efectividad de las acciones en la recuperación de la cobertura vegetal.

Otras iniciativas plantean el monitoreo a partir de preguntas relacionadas con los impactos de fenómenos antrópicos y naturales (presiones) sobre poblaciones y ecosistemas, como es el caso del Componente de Monitoreo de Carbono y Agua en Ecosistemas de Alta Montaña desarrollado por el Ideam, el proyecto Gloria-Andes, el proyecto Macacea, Redcam, SIMAC y el de la Ciénaga Grande de Santa Marta, entre otros. Así mismo se destacan los monitoreos realizados por empresas privadas como ISAGEN, Cerrejón (Programa para el Monitoreo de la Deforestación y el Programa de Fauna e Hidrobiología de la Zona del Cerrejón) e ISA, los cuales como parte de sus obligaciones realizan el monitoreo de poblaciones de especies y de la recuperación de los ecosistemas degradados como consecuencia de las obras de infraestructura y aprovechamiento minero.

Una síntesis de las preguntas más comunes abordadas en temas de biodiversidad y servicios ecosistémicos a nivel nacional se resumen en la Tabla 3.

e) ¿Cuáles son las escalas espaciales para el monitoreo de la biodiversidad?

En Colombia, la mayoría de las iniciativas de monitoreo son llevadas a cabo a escala local (42), seguidas de aquellas realizadas a escala regional (22) y en menor proporción se encuentran proyectos a escala nacional (13) y supranacional (2). En cuanto a la escala geográfica se observa que la cobertura por regiones del país es variada y cubre por lo menos una o varias de ellas. La región Andina es donde se desarrolla el mayor número de iniciativas (30), de las cuales en su mayoría corresponden a iniciativas de restauración realizadas a nivel local, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Valle del Cauca y los agrupados en el Eje Cafetero. Entre ellas se desatacan los trabajos de Cipav, la Universidad Javeriana, la Universidad Nacional, la CAR, Ideam y la Universidad de Antioquia.

En la Amazonia se están llevando a cabo nueve iniciativas de monitoreo, cuatro son locales y cinco regionales: Monitoreos Comunitarios para el Manejo de los Recursos Naturales en la Amazonia Colombia de Tropenbos, Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor) y los programas de deforestación y de dinámicas socioculturales del Sinchi.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO**ESTADO ACTUAL**LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

- RESUMEN
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN
- DEFINICIÓN DE MONITOREO
- ESTADO ACTUAL
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA

En la región Caribe se están desarrollando 12 iniciativas de la cuales, Caricom (Invemar) hace parte de una alianza internacional entre países del Caribe. A nivel local son realizadas 8 en los departamentos Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre y Bolívar y algunas de ellas se llevan a cabo dentro de áreas protegidas como el caso del Proyecto Tití, el Plan de Conservación de Félidos de Colombia, el Monitoreo de aves acuáticas en la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta, y el de Conservación y Manejo de los Manglares fase II.

En la región Pacífica tienen lugar 13 iniciativas de las cuales, 9 son desarrolladas a nivel local (en un departamento), como es el caso de los programas de Monitoreo de los Parques Nacionales Naturales Gorgona, Malpelo y Sanquianga. Solamente una iniciativa que monitorea las aves playeras migratorias del Pacífico americano hace parte de una alianza internacional.

Tabla 3. Preguntas más relevantes abordadas en temas de biodiversidad y servicios ecosistémicos a nivel nacional.

Pregunta general	Tema	Preguntas específicas
Línea base		
¿Cuál es la biodiversidad que tenemos en el planeta?	Mapa de ecosistemas	¿Cuántos ecosistemas tenemos y dónde están?
	Inventarios de biodiversidad	¿Cuáles especies están en cada ecosistema?
		¿Cuál es la riqueza de especies por ecosistema?
Monitoreo		
¿En qué condición se encuentran los ecosistemas y la biodiversidad asociada? (estado)	Fragmentación de los ecosistemas	¿Cuál es la extensión de cada ecosistema? Análisis retrospectivos y prospectivos
	Especies nativas	¿Cuáles son las especies nativas de cada ecosistema?
	Especies amenazadas	¿Cuáles son las especies amenazadas de cada ecosistema?
	Especies invasoras	¿Cuáles son las especies invasoras de cada ecosistema?
	Estructura poblacional	¿Cuál es el estado de las poblaciones de las especies claves o características de cada ecosistema?
¿Cómo funcionan los ecosistemas? (procesos)	Procesos biogeoquímicos (Productividad primaria, ciclaje de nutrientes, hidrología, etc.)	
	Papel de la biodiversidad en la estructura y función de los ecosistemas	
	Patrones y frecuencia de perturbación de los ecosistemas	¿Cuál es el patrón de ocurrencia de un evento de perturbación natural o antrópico?

¿Cómo responden los ecosistemas y sus componentes a los factores de transformación? Presiones y respuestas (resiliencia ante agentes de transformación)	Efecto de la variación climática sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas	¿Cómo cambia el clima con el paso del tiempo?
		¿Cómo cambian las concentraciones de carbono y otros nutrientes del suelo?
		¿Cómo cambia la emisión de gases efecto invernadero (GEI)?
		¿Cómo responden los ecosistemas y las especies al cambio climático?
	Cambios en el uso del territorio, ocupación y fragmentación	¿Con qué frecuencia e intensidad ocurre un evento de perturbación?
		¿Cuáles son los cambios en los componentes de la diversidad asociados a los eventos de perturbación?
	Uso de recursos naturales	¿Cuál es la oferta y la demanda sobre un recurso determinado?
	Desarrollo de infraestructura	¿Cuáles son los impactos sobre la biodiversidad debidos al desarrollo de la infraestructura?
¿Cuál es la efectividad de las acciones de manejo (restauración, reforestación, control de incendios forestales, control de especies invasoras, etc.) en la conservación de los ecosistemas?	Seguimiento de planes o acciones de manejo	¿Cómo cambia la tasa de contaminación de un ecosistema manejado?
		¿La dinámica de las poblaciones asociadas a cada ecosistema se mantiene estable?
		¿Cuál es la relación especies invasoras/especies nativas?
		¿Cuál es la tasa de recuperación de las funciones de un ecosistema?

- RESUMEN
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN
- DEFINICIÓN DE MONITOREO
- ESTADO ACTUAL**
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA

f) ¿Qué enfoques de evaluación son los más utilizados para monitorear la biodiversidad?

Se observa que las iniciativas tienen varios tipos de enfoque: mandato, manejo, ecológico, ambiental e investigación; sin embargo, existe un número que responde a una combinación de estos. Siete iniciativas a nivel nacional responden a mandatos o siguen directrices políticas nacionales y/o internacionales. Estas se encuentran agrupadas en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Se destaca el monitoreo riguroso de variables ambientales (reportes anuales y mensuales) y de ecosistemas boscosos mediante PMSB y el Proyecto de Monitoreo de Deforestación, liderados por el Ideam. Así como el monitoreo que realiza el Invemar de variables ambientales y de ecosistemas de coral y manglar, como parte del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM) y sus tres subcomponentes: Redcam, el SIMAC y el Sistema de Monitoreo de Manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

RESUMEN	Otras iniciativas de monitoreo son diseñadas con fines de manejo, como el Programa de Dinámicas Socioambientales en la Amazonia Colombiana, el Programa Nacional de la Rana Arlequín y el Programa de Vigilancia y Manejo de la Ciénaga Grande de Santa Marta, entre otros. En cambio, las únicas iniciativas encontradas con enfoque de monitoreo ecológico son la de anidación de tortugas marinas en el pacífico colombiano (Bahía Solano, Chocó) y el Proyecto de Incorporación de la Biodiversidad en el Sector Cafetero. Otro grupo importante que cabe mencionar son las 27 iniciativas de restauración que cuentan con un plan de monitoreo.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	Por otro lado, 17 iniciativas tienen un enfoque de investigación, es decir que responden a una o varias preguntas puntuales. Entre ellas las más relevantes son el Caribbean Coastal Marine Productivity Program (Caricomp), Rainfor y el de Restauración de Bosques Secos Tropicales del Alto Magdalena y Dinámica y Biodiversidad de Bosques Lluviosos Tropicales del Litoral Pacífico Colombiano (Universidad del Tolima). Sin embargo, es importante aclarar que algunas de ellas son de doble función y se interrelacionan con objetivos de mandato nacional como en el caso del Monitoreo de Agua y Carbono en Alta Montaña.
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

Lineamientos y recomendaciones para la construcción de un programa de monitoreo

Los elementos esenciales que deben guiar la creación de cualquier programa nacional de monitoreo en Colombia son:

1. La formulación debe partir de una pregunta y objetivos claros, es decir, lo primero a definir es qué se quiere monitorear y para qué. Puntualizar estos dos elementos es clave para asegurar su éxito, incluyendo las hipótesis, las variables e indicadores a medir y la utilidad del monitoreo en sí mismo. Identificar específicamente qué se desea monitorear hace referencia a cuál nivel de la biodiversidad, y a qué procesos ecológicos o biológicos y presiones y respuestas se definirán como el objeto del monitoreo. El para qué, en cambio, se refiere a establecer el fin último y la utilidad del monitoreo; por ejemplo, algunos subprogramas del programa nacional pueden ser diseñados para evaluar las acciones de manejo propuestas, otros para establecer el estado y desde ahí dar lineamientos de manejo y otros para poder monitorear los cambios e impactos en el estado de algunos ecosistemas como resultado de presiones antrópicas.

2. Durante la formulación de un programa de monitoreo de la biodiversidad a nivel nacional es necesario replantear los objetos del monitoreo y el alcance del mismo. Es evidente la necesidad de establecer objetos del monitoreo prioritarios basados en criterios de representatividad, importancia ecológica y beneficios. Esta recomendación se hace en referencia a las limitaciones en financiación y capacidad técnica instalada, comunes a la mayoría de las iniciativas referidas en este documento, pero al mismo tiempo con base en una reflexión sobre la pertinencia

del alcance en términos de los niveles de biodiversidad a monitorear necesarios para la toma de decisiones a nivel nacional, en materia de manejo y conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

3. Uno de los pasos iniciales necesarios en la formulación de un programa de monitoreo a nivel nacional es la elaboración del estado del arte en términos de monitoreo. Aunque este aspecto se cubre parcialmente con la información recopilada en este documento, es necesario establecer el grado de conocimiento sobre el objeto u elemento que se quiere monitorear, conocer los avances nacionales en materia de monitoreo de mismo y detectar su alcance, limitaciones y problemas más comunes que pueden surgir durante su ejecución.

4. Otro factor clave a tener en cuenta es la temporalidad. Con el fin de lograr una sostenibilidad en el tiempo y diseñar un programa de monitoreo robusto es aconsejable hacerlo pensado para el mediano y largo plazo. Establecer las escalas temporales es un aspecto de suma importancia, ya que un programa a escala nacional debe propender a aportar información para evaluar la oferta o el comportamiento del medio natural en distintos escenarios (fenómenos El Niño-La Niña o intermedios, ciclos de vida, etc.), así como a mejorar su capacidad de renovación y respuesta a diferentes fenómenos, con el fin de fijar lineamientos de política sobre el uso y aprovechamiento y garantizar la conservación de la biodiversidad.

Sin embargo, es aconsejable diseñar el programa nacional por fases, cada una con una temporalidad definida basado en el qué monitorear (componentes, estructuras y funciones de biodiversidad, entre otros) y el para qué monitorear (finalidad del monitoreo: manejo, control, diagnóstico), y de acuerdo con un rango de escalas geográficas asociadas a los niveles de organización de la biodiversidad y a las necesidades de información requerida.

5. A partir de los resultados de este trabajo se recomienda incluir desde la etapa de formulación y diseño del programa nacional de monitoreo a los siguientes actores clave según la clasificación definida en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE): i) los elaboradores y administradores de la política ambiental (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, corporaciones autónomas regionales, Parques Nacionales Naturales, autoridades ambientales urbanas y gobiernos departamentales y municipales, entre otros); ii) los usuarios directos e indirectos de la biodiversidad y sus servicios como las ONG, los sectores económicos, los productores rurales, comunidades indígenas, afrocolombianas y raizales, entre otros; iii) los organismos reglamentadores como el DNP, Colciencias y DANE; y iv) los entes de control en especial como la Contraloría, v) los generadores de conocimiento como los institutos de investigación nacionales, jardines botánicos, universidades y academia y otros centros de investigación.

Es necesario que estos actores entiendan su rol dentro del programa y en el monitoreo de la biodiversidad en general. Así mismo, cada uno debe estar dispuesto

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN	a trabajar bajo un marco cooperativo y colaborativo, en donde la estructura de go-
ABSTRACT	bernanza sea concertada y responda a las capacidades, necesidades y expectativas
INTRODUCCIÓN	de cada uno de estos actores, pero al mismo tiempo responda a las necesidades de
DEFINICIÓN DE	información para la toma de decisiones sobre la conservación y el manejo de la
MONITOREO	biodiversidad en Colombia.
ESTADO ACTUAL	6. Si bien la PNGIBSE establece como mandato la creación de un esquema de
LINEAMIENTOS Y	seguimiento evaluación y monitoreo, los avances en el mismo son lentos debido en
RECOMENDACIONES	parte a la falta de institucionalidad y de apropiación de la normatividad sobre mo-
PRINCIPIOS Y CRITERIOS	nitoreo de la biodiversidad. Asegurar el éxito y la sostenibilidad financiera, en el
PARA PROGRAMAS DE	tiempo, de un futuro programa nacional de monitoreo requiere entonces de la crea-
MONITOREO	ción de mecanismos que aseguren la institucionalidad del programa. Lo anterior
AGRADECIMIENTOS	implica lograr acuerdos interinstitucionales de cooperación entre los diferentes
BIBLIOGRAFÍA	actores involucrados y la definición de los líderes del programa, los cuales serán
	los encargados de la coordinación del mismo y de establecer los lineamientos y
	criterios básicos, así como las estructuras de acopio y manejo de la información.
	7. Es necesario incorporar el enfoque socioecológico desde el momento mis-
	mo de la formulación del programa nacional, ya que, si bien existe una base cientí-
	fica sólida en el país y una experticia en monitoreo de la biodiversidad, la mayoría
	del monitoreo realizado en Colombia hasta la fecha ha tenido un enfoque netamen-
	te biológico sin tener en cuenta las interacciones entre estos dos componentes.
	8. El programa de monitoreo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos
	debe contar con sistemas de manejo e integración de información que aseguren
	la robustez de los datos y la comparación de los mismos. Para esto es necesario
	la definición de criterios básicos que deben ser adoptados por cada uno de los
	actores clave que participen en el programa. Así mismo, se debe continuar con la
	elaboración protocolos para la toma, manejo y análisis de datos que permita una
	estandarización de la información y la comparación entre las diferentes fuentes de
	información. Por último, es necesario establecer una estructura clara y transparen-
	te de propiedad y divulgación de los datos, con el fin de asegurar que la informa-
	ción producida por el programa sea útil para los diferentes grupos de tomadores de
	decisiones a escala nacional, regional y local.
	9. Con el fin de asegurar la sostenibilidad en el tiempo de un programa a nivel
	nacional es recomendable dar espacio a una mayor participación de las comuni-
	dades locales (tanto en las áreas urbanas como en las rurales) en el diseño y de-
	sarrollo de subprogramas locales de evaluación de la biodiversidad. En Colombia
	experiencias exitosas de monitoreo participativo demuestran que la apropiación
	por parte de las comunidades es fundamental para lograr el manejo de los recursos
	naturales a nivel local y para la generación de políticas de uso de los recursos, pero
	al mismo tiempo permite superar las limitaciones de presupuesto y continuidad en
	el tiempo, comunes en la mayoría de las iniciativas a nivel nacional.

10. Incorporar el concepto de Manejo Adaptativo en la formulación de un programa de monitoreo nacional es clave, ya que este permite una retroalimentación continua del programa y al mismo tiempo identificar fallas en el diseño. Un programa de monitoreo debe tener la flexibilidad necesaria para que se ajuste a nuevas demandas de información en materia de biodiversidad del país.

11. La implementación de un programa o cualquier otra iniciativa nacional de monitoreo requiere del esfuerzo conjunto de varias instituciones de orden gubernamental y privado, con el fin de analizar y tomar decisiones frente a diferentes aspectos de carácter político, económico o académico, que garanticen la continuidad de la iniciativa y su sostenibilidad financiera (p.e. MADS, sector privado y productivo, Colciencias). En algunos casos será necesaria la conformación de un comité técnico encargado de dar los lineamientos para legitimar el proceso de estructuración de la estrategia y tomar decisiones de orden político y financiero que garantice la continuidad de esta iniciativa y su sostenibilidad (p.e. MADS, institutos de investigación, sector privado y productivo, Colciencias). Así mismo, se requiere de la conformación de un comité académico (representantes de universidades, CAR, institutos de investigación, ONG, etc.), responsable de alimentar el contenido de la estrategia y de asesorar al comité técnico teniendo en cuenta aspectos como los siguientes: 1) cuáles son los temas que preocupan al país en materia de biodiversidad y que deben ser monitoreados, 2) cuáles son las preguntas que interesa responder en el corto, mediano y largo plazo, 3) cuáles son los criterios que se emplearán para la selección de los objetos de monitoreo (FUNCIÓN OBJETIVO), 4) cuáles son las alianzas estratégicas que se deben establecer para la definición de las bases conceptuales y metodológicas para abordar los temas y preguntas seleccionadas, así como para su implementación, y 5) quién hará el seguimiento y vigilancia de los avances alcanzados durante el proceso de construcción de la estrategia.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

Principios y criterios para establecer un programa de monitoreo

Principios

- El monitoreo es una herramienta técnica que facilita el alcance de conocimiento apropiado de la biodiversidad objeto de estudio, sobre la cual se tomaran decisiones de manejo, gestión o acciones directas para su control (en positivo o negativo).
- Los actores involucrados en el programa de monitoreo a distintos niveles (directivos, administrativos, operacionales, etc.) son primordiales para el desarrollo del plan de monitoreo específico con sus aportes de experiencias propias para alcanzar el objetivo propuesto.
- Involucrar a las comunidades locales en la formulación y levantamiento de la información en campo es fundamental para que se apropien del tratamiento

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
DEFINICIÓN DE MONITOREO	
ESTADO ACTUAL	
LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES	
PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO	
AGRADECIMIENTOS	
BIBLIOGRAFÍA	

de los recursos de los que hacen uso y despierte en ellos el afán de la conservación de los mismos para su propio bienestar.

- La adaptabilidad del programa de monitoreo implica que en el seguimiento del objetivo propuesto se hagan altos en el camino para corregir falencias y resaltar los éxitos como una cultura de aprendizaje en la que cada uno de los miembros se sienta a gusto en el papel que le corresponde.

Criterios

1. La actividad de monitoreo deberá tener una pregunta que rijas el sentido, la frecuencia, la modalidad, la continuidad y el alcance del objetivo a buscar.
2. El programa de monitoreo deberá ser sustentado en un presupuesto acorde con el objetivo propuesto y deberá ser suficiente hasta el final, a menos que el objetivo se alcance con antelación.
3. El personal que participe durante las actividades de monitoreo deberá ser técnicamente competente, experimentado en el tema y conocedor del objeto de estudio con el fin de identificar cualquier suceso que pueda afectar su estado en sí o el futuro de la actividad.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a las siguientes entidades y funcionarios que entre los años 2011-2012 representaban a las instituciones a las que hacemos referencia y cuya información fue de gran utilidad para la elaboración de este documento.

A Wildlife Conservation Society en cabeza de Padú Franco y de sus investigadores Isaac Goldstein y Catalina Gutiérrez, y a Gustavo Kattan, docente de la Pontificia Universidad Javeriana-Sede Cali, por ser los promotores iniciales de esta iniciativa y quienes convocaron a otras instituciones a participar y a liderar el desarrollo de un marco conceptual para el monitoreo de la biodiversidad para Colombia.

A Juliana Monsalve, consultora, quien participó durante la fase del diagnóstico nacional sobre el estado de monitoreo de la biodiversidad en Colombia.

Por brindarnos su tiempo para responder las encuestas y/o para atender las entrevistas:

- Ángela Maldonado de la Fundación Entrópika.
- Alexander Monsalve de Proaves.
- Álvaro Duque, docente del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Arístides López Peña, profesional Universitario del Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta.
- Carlos Mauricio Herrera de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC).
- Carlos Rodríguez, director de la Fundación Tropenbos-Colombia.
- Carlos Vidal, consultor.
- Carolina Murcia, consultora de Cifor.
- Catalina Gutiérrez Chacón de Wildlife Conservation Society.
- Clara Solano de la Fundación Natura.
- Claudia Olarte, especialista de la Subdirección de Ecosistemas del Ideam.
- Claudia Alexandra Pinzón del Jardín Botánico de Bogotá.
- Cristina López Gallego, directora del Grupo de Investigación EECo de la Universidad de Antioquia.
- Dairon Cárdenas del Instituto de Investigaciones Amazónicas (Sinchi).
- Diana Euss de la Fundación Calidris.
- Diana Isabel Gómez López, jefe de la Línea Organización y Dinámica de Ecosistemas (ODI), programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM) del Invemar.
- Enrique Murgueitio del Cipav.
- Fabio H. Lozano-Zambrano de la Fundación Prosierra.
- Felipe Valderrama de la Fundación Humedales.
- Francisco Cortés de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Gustavo Kattan, docente de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali.
- Heliodoro Sánchez de la Universidad Nacional, Bogotá.
- Héctor Felipe Ríos de la Secretaría Distrital de Ambiente.
- Huber Alexander Vanegas, profesional ambiental de ISAGEN S.A. E.S.P.
- Iván Mauricio Vela Vargas del Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras ProCAT Colombia.
- Isaac Goldstein de Wildlife Conservation Society.
- Jairo Hernán Solorza Bejarano del Jardín Botánico de Bogotá.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE
MONITOREO

ESTADO ACTUAL

LINEAMIENTOS Y
RECOMENDACIONESPRINCIPIOS Y CRITERIOS
PARA PROGRAMAS DE
MONITOREO

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

- RESUMEN • Johanna Puentes, consultora.
- ABSTRACT • Jonathan Bolívar Cardona del Centro de Investigación en Ecosistemas y Cambio Global - Carbono & Bosques.
- INTRODUCCIÓN • Jorge Jácome, docente de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- DEFINICIÓN DE MONITOREO • José Antonio Gómez de la Federación Nacional de Cafeteros
- ESTADO ACTUAL • José F. González Maya del Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras Pro-CAT Colombia.
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES • José Ignacio Barrera de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO • José Luis García, profesional de monitoreo de la Dirección Territorial Pacífico, Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC).
- AGRADECIMIENTOS • José Gabriel Pérez de la Fundación Squalus.
- BIBLIOGRAFÍA • José Vicente Rueda, antes Conservación Internacional (CI)-Colombia.
- José Saulo Usma M.Sc., coordinador del Programa Agua Dulce de World Wildlife Fund-Colombia.
- Juan Sebastián Barreto del Instituto de Investigaciones Amazónicas (Sinchi).
- Luis Fernando Payan del Parque Nacional Natural Gorgona.
- Leonardo Correa, coordinador del SIMCI-UNODC.
- Liliana Mosquera del Instituto Alexander von Humboldt.
- Lina Báez del Cerrejón.
- Lina Hinestroza, profesional ambiental de ISAGEN S.A. E.S.P.
- Lizbeth Janet Vivas Aguas, jefe de Línea de Monitoreo y Evaluación de Efectos del Programa de Calidad Ambiental Marina del Invenmar.
- Luz Esther Sánchez de la Universidad de Ciencias Ambientales Aplicadas.
- Mauricio Aguilar del Instituto Alexander von Humboldt.
- Néstor A. Valero de Corpochivor.
- Nohora Galvis de la Fundación Renobos.
- Olga Lucía Nieto, consultora.
- Omar Aurelio Melo Cruz de la Universidad del Tolima.
- Orlando Vargas de la Universidad Nacional, Bogotá.

- Padu Franco de Wildlife Conservation Society.
- Paola Mejía, directora científica, Fundación Squalus .
- Patricia Velasco del Jardín Botánico de Bogotá.
- Rosamira Guillen Monroy, directora ejecutiva de la Fundación Proyecto Tití.
- Roy González del Instituto Alexander von Humboldt.
- Sabrina Monsalve, bióloga e investigadora Fundación Malpelo.
- Sandra Montoya de la Secretaría Distrital de Ambiente.
- Sandra Milena Armero Estrada, investigadora de la Línea de Restauración Ecológica del Jardín Botánico de Bogotá.
- Sandra Liliana Rojas Botero, investigadora de la Línea de Restauración Ecológica, Jardín Botánico de Bogotá.
- Sarita Kendall, directora de la Fundación Natütama.
- Sebastián Restrepo del Instituto Alexander von Humboldt.
- Víctor Nieto, director de investigación de Conif.
- William Vargas de la Universidad Icesi.
- Wilson Ramírez del Instituto Alexander von Humboldt.
- Yesenia Quevedo de la Fundación Humedales.
- Zoraida Calle del Centro para la Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav).

RESUMEN
 ABSTRACT
 INTRODUCCIÓN
 DEFINICIÓN DE MONITOREO
 ESTADO ACTUAL
 LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
 PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
 AGRADECIMIENTOS
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Anderson, C. B., R. Rozzi, J. J. Armesto y J. R. Gutiérrez. 2010. Introducción construyendo una red chilena para estudios socioecológicos a largo plazo: avances, enfoques y relevancia. Red Chilena para Estudios Socioecológicos a Largo Plazo: Avances, Enfoques y Relevancia. Revista Chilena de Historia Natural 83:1-11.
- Armenteras D. y N. Rodríguez (eds.). 2007. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis y perspectivas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 174 p.
- Bawa, K. S. y S. Menon. 1997. Biodiversity monitoring: the missing ingredients. Trends in Ecology and Evolution 12 (1): 42.
- BirdLife International. 2006. Monitoring important bird areas: global framework. Cambridge, version 1.2. UK. BirdLife International.

- RESUMEN Cairns, J. 1979. Biological monitoring concept and scope. In: Cairns, J., G. P. Patil y W. E. Waters (eds.) Environmental biomonitoring, assessment, prediction and management: certain case studies and related quantitative issues, Fairland, MD: International Co-operative Publishing House, pp. 3-20.
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN
- DEFINICIÓN DE MONITOREO CITES-Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Signed at Washington, D.C. on 3 March 1973. Disponible en: <https://www.cites.org/eng/disc/text.php>
- ESTADO ACTUAL
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES CMP. 2013. Open standards for the practice of conservations version 3.0. The Conservation Measures Partnership, 48 pp. Disponible en: http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/sites/3/2014/04/12d_CMP-OS-V3-0-Final.pdf
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA**
- CMS- Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals. Bonn, June 23/1979. Disponible en: http://www.cms.int/sites/default/files/instrument/CMS-text.en_.PDF
- COP-Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 2004. Decision VII/30. Strategic Plan: future evaluation of progress. Seventh meeting. Kuala Lumpur, 9-20 and 27 February 2004. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-07/>
- Collins, S. L., S. M. Swinton, C. W. Anderson, T. Gragson, N. B. Grimm, M. Grove, A. K. Knapp, G. Kofinas, J. Magnuson, B. McDowell, J. Melack, J. Moore, L. Ogden, O. J. Reichman, G. P. Robertson, M. D. Smith y A. Whitmer. 2010. Integrative science for society and environment. A strategic research initiative. Descargado como PDF desde: LTER Decadal Plan and Integrated Science for Society and Environment report at www.lternet.edu/decadalplan/
- Cuesta, F., M. T. Becerra, M. Bustamante, G. Maldonado, C. Devenish y L. L. Quiñónez. 2012. Indicadores para evaluar y monitorear el estado de la biodiversidad en los Andes tropicales en el contexto de cambio climático - Propuesta metodológica para los países de la Comunidad Andina. SGCAN, CONDESAN, INTERCOOPERATION, UICN-Sur, Lima-Quito.
- Elzinga, C. L., D. W. Salzer y J. W. Willoughby. 1998. Measuring and monitoring plant population. BLM Technical Reference 1730-1. Bureau of Land Management National Business Center. Denver, Colorado.
- Fandiño, M. C. y P. Ferreira. 1998. Colombia biodiversidad del siglo XXI: propuesta técnica para la formulación de un plan de acción nacional en biodiversidad. IAvH-MMA-DNP. Bogotá, D.C.
- Flórez, N., M. Pardo y M. Lopera. 2008. Estrategia nacional de monitoreo del sistema de parques nacionales de Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia, 33 pp.
- FOS. 2009. Conceptualizing and planning conservations projects and programs: A training manual. Foundations of Success. 160 p. Disponible en: <http://www.fosonline.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/01/FOS-CMP-Online-Training-Guide-Steps-1-and-2-updated-8-Feb-2012.pdf>

- Gutiérrez, C., N. R. Duque y P. Franco. 2012. Diseño del programa de monitoreo de la pava caucana (*Penelope perspicax*) en la reserva forestal protectora bosque de Yotoco. Informe final presentado a la Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Hurtado-Guerra A., M. Santamaría-Gómez y C. L. Matallana-Tobón. 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.
- IAvH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2011. Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental (PICIA) 2011-2014. Bogotá, D.C.
- Legg, C. J. y L. Nagy. 2006. Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. *Journal of Environmental Management* 78: 194–199.
- Lee, W. G, M. McGlone y E. Wright. 2005. Biodiversity inventory and monitoring. A review of national and international systems and a proposed framework for future biodiversity monitoring by Department of Conservation. Landcare Research Contract Report: LC0405/122. Landcare Research New Zealand Ltda., 213 pp.
- Lindenmayer, D. B., Zammit, S. J. Attwood, E. Burns, C. L. Sheperd, G. Kay y J. Wood. 2012. A novel and cost-effective monitoring approach for outcomes in an Australian biodiversity conservation incentive program. *PlosOne* 7 (12): 1-11.
- Lindenmayer, D. B., G. E. Likens, A. Haywood y L. Miezi. 2011. Adaptive monitoring in the real world: proof of concept. *Trends in Ecology and Evolution* 26(12): 641-646.
- Lindenmayer, D. B. y G. E. Likens. 2010. The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation* 143: 1317–1328.
- Lindenmayer, D. B. y G. E. Likens. 2009. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution* 24 (9): 482-486.
- Lovett, G. M., D. A. Burns, C. T. Driscoll, J. C. Jenkins, M. J. Mitchell, L. Rustad, J. B. Shanley, G. E. Likens y R. Haeuber. 2007. Who needs environmental monitoring? *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(5): 253–260.
- Mass, M., R. Díaz-Delgado, P. Balvanera, A. Castillo y A. Martínez-Yrizar. 2010. Redes de investigación ecológica y socioecológica a largo plazo (LTER y LTSER) en Iberoamérica: Los casos de México y España. *Revista Chilena de Historia Natural* 83:171-184.
- 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, 447pp.
- Norse, E.A. 1993. *Global marine biological biodiversity: A strategy for building conservation into decision-making*. Island Press, Washington, D.C., 383 pp.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364.

RESUMEN
 ABSTRACT
 INTRODUCCIÓN
 DEFINICIÓN DE MONITOREO
 ESTADO ACTUAL
 LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
 PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
 AGRADECIMIENTOS
 BIBLIOGRAFÍA

- RESUMEN OECD-Organization for Economic Cooperation and Development. 1994. Environmental indicators. Environmental Monographs No. 83. París.
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN Ortiz, N., N. R. Bernal, J. C. Betancourth y M. O. López. 2004. Sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en Colombia aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Serie: Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política Nacional de Biodiversidad, 57 pp.
- DEFINICIÓN DE MONITOREO
- ESTADO ACTUAL
- LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES Parks Canada. What is Ecological Integrity? Disponible en: <http://www.pc.gc.ca/progs/np-pn/ie-ei.aspx>. Consultado en: julio de 2013.
- PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
- AGRADECIMIENTOS
- BIBLIOGRAFÍA**
- Pereira, H. M., S. Ferrier, M. Walters, G. N. Geller, R. H. G. Jongman, R. J. Scholes, M. W. Bruford, N. Brummitt, S. H. M. Butchart, A. C. Cardoso, N. C. Coops, E. Dulloo, D. P. Faith, J. Freyhof, R. D. Gregory, C. Heip, R. Höft, G. Hurtt, W. Jetz, D. S. Karp, M. A. McGeoch, D. Obura, Y. Onoda, N. Pettorelli, B. Reyers, R. Sayre, J. P. W. Scharlemann, S. N. Stuart, E. Turak, M. Walpole y M. Wegmann. 2013. Essential Biodiversity Variables. *Science* 339:277-278.
- Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C., 124 pp.
- Redman, C. L., J. Morgan y L. H. Kuby. 2004. Integrating social science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems* 7: 161-171.
- Rodríguez, N., A. Rincón, D. Armenteras, H. Mendoza, A. M. Umaña, N. Arango y M. P. Baptiste. 2005. Corredor nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y áreas prioritarias de conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie: Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política Nacional de Biodiversidad, 88 pp.
- Romero, M., S. Sua, N. Rodríguez, G. Rudas y D. Armenteras. 2004. Sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la Amazonia colombiana: aspectos metodológicos y resultados. Serie Indicadores de seguimiento y evaluación de la política de biodiversidad No. 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 57 p.
- Rudas, G., D. Armenteras, N. Rodríguez, M. Romero, y C. Franco. 2002. Construcción de la línea base de información ambiental para Colombia y elaboración del diagnóstico ambiental con corte a 2001. Ideam, IAvH, Invemar, Sinchi. 360 p.
- Sarmiento, A., C. Ramírez, S. Carrizosa, F. A. Galán y G. Rudas. 2000. Sistema de indicadores de seguimiento y evaluación de la política de biodiversidad en los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Conservación Internacional, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá D.C.
- Scholes, R. J., M. Walters, E. Turak, H. Saarenmaa, C.H.R. Heip, É. Ó. Tuama, D.P. Faith, H.A. Mooney, S. Ferrier, R.H.G. Jongman, I.J. Harrison, T. Yahara, H.M.

- Pereira, A. Larigauderie y G. Geller. 2012. Building a global observing system for biodiversity. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4: 139-146.
- Singh, S. J., H. Haberl, M. Chertow, M. Mirtl y M. Schmid (eds). 2013. Long term socio-ecological research. *Studies in society-nature interactions across spatial and temporal scales*. In: Moran E. F. (ed). *Human-Environment Interactions*. Volume 2. Springer.
- Smyth, A. K. y C. D. James. 2004. Characteristics of Australia's rangelands and key design issues for monitoring biodiversity. *Austral Ecology* 29(1): 3-15.
- Spellerberg, I. 1991. *Monitoring ecological change*. University Press. Cambridge, U.K., 334 p.
- Stork, N. E. y M. J. Samways. 1995. Inventorying and monitoring. Pag. 453–543. In: Heywood V.H. (ed). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1140 p.
- Stork, N. E., M. J. Samways y H. A. C. Eeley. 1996. Inventorying and monitoring biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 11 (1): 39-40.
- SurveyMonkey. 1999. Disponible en www.surveymonkey.com. San Mateo, California.
- United Nations (UN). 1996. *Indicators of sustainable development: framework and methodologies*, New York. 294 p.
- United Nations Environment Program (UNEP), Convention on Biological Diversity (CBD), Subsidiary Body on Scientific (SBSTTA), Technical and Technological Advice. 2003. *Monitoring and indicators: designing national level monitoring programs and indicators*. UNEP/CBD/SBSTTA/9/10. Montreal, Canada.
- U.S. Long Term Ecological Research Network (LTER). 2007. *The decadal plan for LTER: integrative science for society and the environment*. LTER Network Office Publication Series No. 24, Albuquerque, New Mexico, 154 pp.
- Vos, P., E. Meelis y W. J. Ter Keurs. 2000. A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management. *Environmental Monitoring and Assessment* 61: 317–344.
- Williams, B. K., R. C. Szaro y C. D. Shapiro. 2009. *Adaptive Management*. The U.S. Department of the Interior Technical Guide. Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.
- WRI/IUCN/UNEP. 1992. *Global Biodiversity Strategy*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Yoccoz, N. G., J. D. Nichols y T. Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology and Evolution* 16 (8): 446-453.

RESUMEN
 ABSTRACT
 INTRODUCCIÓN
 DEFINICIÓN DE MONITOREO
 ESTADO ACTUAL
 LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES
 PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA PROGRAMAS DE MONITOREO
 AGRADECIMIENTOS
 BIBLIOGRAFÍA