

El monitoreo ecológico

como herramienta de manejo forestal sostenible
Consideraciones básicas y propuesta metodológica con
énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación
certificados bajo el marco del FSC

Bryan Finegan

CATIE. bfinegan@catie.ac.cr

Diego Delgado

CATIE. ddelgado@catie.ac.cr

John P. Hayes

Universidad Estatal de Oregon (USA)

john.Hayes@orst.edu

Steve Gretzinger

WWF Centroamérica

sgretzin@wwfca.org



Foto: FUNDECOR.

Si los impactos del manejo en el bosque parecen ser muy bajos, los manejadores y certificadores deben considerar la posibilidad de *no monitorear*.

Resumen

En muchas situaciones, el monitoreo ecológico es una herramienta importante para alcanzar el buen manejo forestal y también para evaluar la calidad del manejo a que se ven sometidos los bosques. Por esta razón, se identifica como una de las necesidades básicas por solventar para la certificación de bosques manejados, el desarrollar lineamientos sencillos y aplicables que puedan ser utilizados para diseñar programas de monitoreo ecológico relevantes y prácticos. Existen muchos obstáculos para el desarrollo de tales programas, como la escasez de dinero y la falta de conocimiento sobre cómo medir e interpretar los cambios provocados por el manejo del bosque en la biodiversidad, y sobre cómo decidir cuándo tales cambios son aceptables, o inaceptables, dentro del contexto del manejo forestal sostenible. Con el propósito de contribuir a llenar estos vacíos de información se publicó este año una Guía de Monitoreo Ecológico.

Este artículo describe los enfoques que presenta la Guía para orientar a las personas del sector forestal involucradas en el manejo y certificación de bosques, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación (según el concepto desarrollado por el Forest Stewardship Council), para que diseñen e implementen programas de monitoreo que permitan establecer no solo la magnitud del impacto provocado sino su importancia desde el punto de vista de la sostenibilidad ecológica del bosque. Se presentan resultados de un proceso de validación de campo en bosques del Petén, Guatemala, que respaldan el énfasis de la Guía en el monitoreo de la estructura y composición de hábitat.

Palabras claves: Manejo Forestal; monitoreo ecológico; Bosques de Alto Valor para la Conservación; sostenibilidad, certificación; Guatemala.

Summary

Ecological monitoring as a tool for sustainable forest management: basic considerations and a proposed methodology, with emphasis on High Conservation Value Forests certified under the FSC framework. In many situations,

ecological monitoring is an important tool in evaluating the quality of forest management, and a pre-requisite for achieving good forest management. The development of simple guidelines that may be used to design relevant and practical ecological monitoring programmes is a basic need in certification of forest management. Financial constraints and a general lack of knowledge regarding how to measure and interpret impacts on biodiversity caused by forest management are major obstacles for the development of such programmes. Another difficulty is deciding whether these impacts are acceptable or unacceptable within the context of sustainable forest management. In order to contribute to the filling of these information gaps, a Guide to Ecological Monitoring will be published this year.

This article describes the approach and methodologies developed in the Guide, which is aimed at those involved in forest management and certification, for the design and implementation of ecological monitoring programmes, with an emphasis on High Conservation Value Forests (as defined by the Forest Stewardship Council). Monitoring programmes designed using the Guide not only allow the magnitude of the impact to be established, but also its importance from the perspective of the ecological sustainability of the forest. Results of a field validation of the Guide carried out in forests of Guatemala's Petén Department are presented and support the Guide's emphasis in the monitoring of habitat structure and composition.

Keywords: Forest management; ecological monitoring; high conservation value forests; sustainability; certification; Guatemala.

Entre los Principios y Criterios (P&C) del FSC¹ (2000) para la certificación del manejo de bosques, se establece la necesidad de un monitoreo apropiado según la escala e intensidad de la operación de manejo, y de incorporar los resultados del monitoreo en la implementación y revisiones del plan de manejo. De esta manera, el FSC establece que el manejo forestal debe ser en algún grado *adaptativo*, pretendiendo siempre aprender a través del monitoreo, adaptarse a los cambios y así mejorar (McGinley y Finegan 2002). Los requerimientos para el monitoreo son establecidos por el FSC de una manera que permite bastante flexibilidad en cuanto a la acción del manejador de bosques. Tal flexibilidad en muchas situaciones puede ser ventajosa. Por otra parte, la falta de direcciones claras y específicas para el manejador en el tema del monitoreo ecológico ha sido un punto débil en la implementación del manejo forestal sostenible en América Central, al igual que en muchas de las evaluaciones de certificación independientes conducidas en la región. Este problema es especialmente importante en lo que se refiere a la certificación, debido a que el monitoreo se considera un requisito para el cumplimiento de los P&C del FSC.

Aunque los equipos certificadores con frecuencia solicitan a los manejadores de bosques hacer monitoreo ecológico y usar sus resultados, por lo general no hay mucha claridad respecto a los criterios de selección de indicadores y no se considera la dificultad de obtener datos relevantes al manejo de bosques a partir de la medición de algunos de ellos. Un análisis de los reportes de

certificación para bosques naturales certificados en América Central revela este hecho (Finegan *et al.* 2004). Por ejemplo, se tiene el caso de un resumen de certificación de una operación donde se solicitaba el monitoreo de “especies silvestres sujetas a la caza” y de “54 especies de aves seleccionadas como especies indicadoras”. Otros reportes piden el desarrollo de un plan de monitoreo, pero sin dar indicación alguna sobre los elementos que deben monitorearse. Sobre este último caso, es cierto que dar asistencia técnica no es la función de las empresas certificadoras; sin embargo es preocupante la impresión que se tiene en el sentido de que las certificadoras también padecen de la incertidumbre que afecta al resto del sector forestal acerca del monitoreo ecológico y su papel en el manejo sostenible del bosque.

La falta de direcciones claras y específicas para el manejador en el tema del monitoreo ecológico ha sido un punto débil en la implementación del manejo forestal sostenible en América Central.

Los autores del presente sugerimos que, por lo anterior, el sector forestal de la región (empresas certifi-

cadoras incluidas) se encuentra ante el desafío de implementar programas de monitoreo que no sean inadecuados ni excesivos, sino adecuados, *relevantes y prácticos*². Esperamos que a través de la lectura de este documento puedan aclararse una serie de dudas relacionadas con el monitoreo ecológico de los impactos del manejo del bosque en general y, más específicamente, con el monitoreo que idealmente debería ejecutarse en Bosques de Alto Valor para la Conservación (BAVC) manejados, de modo que constituya una herramienta útil para propósitos del buen manejo forestal y la evaluación del manejo a través de la certificación. Presentamos algunas consideraciones básicas sobre el monitoreo como herramienta de manejo, y luego introducimos enfoques concretos para el desarrollo de programas de monitoreo ecológico relevantes y prácticos para el manejo forestal certificado en bosques tropicales, con énfasis en BAVC. Estos enfoques se han tomado de la guía recién publicada por Finegan *et al.* (2004).

Terminamos el documento con los resultados de una validación de campo de la guía antes mencionada, realizada en bosques del Petén, Guatemala. Para la validación se aplicaron algunos de los principales enfoques de la guía y se evaluaron aspectos de la estructura del rodal y grupos de especies de fauna en bosques manejados y bosques de referencia en la zona.

El monitoreo ecológico y su importancia dentro del manejo forestal

El concepto moderno de manejo forestal sostenible, plasmado a nivel internacional en documentos como los

¹ FSC (Forest Stewardship Council) es el esquema de certificación forestal independiente más grande, más viejo y mejor aceptado a nivel global. Si bien hay otros programas de certificación nacional y regional, el FSC es el más relevante en América Central y en el resto de América tropical. Nuestras referencias sobre la certificación a lo largo de este documento generalmente se refieren al sistema del FSC, aunque la mayoría de los métodos desarrollados también podrían emplearse para otros programas de certificación.

² Con *relevante*, se quiere decir que el monitoreo debe dar respuestas confiables a preguntas importantes sobre el impacto del manejo en la biodiversidad (y si los resultados del monitoreo provocan modificaciones al plan de manejo, es importante que el programa sea confiable). Con *práctico*, se entiende que el monitoreo debe hacerse de manera relevante con los recursos humanos y financieros disponibles.



Foto: Bryan Finegan.

Una de las causas por las que el monitoreo ecológico ha contribuido poco a mejorar la calidad del manejo de los bosques tropicales es la dificultad que tienen los manejadores para enfrentar la aparente complejidad que conlleva la evaluación de la biodiversidad en zonas tropicales

P&C del FSC y los lineamientos de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), establece que la conservación de la biodiversidad es uno de los objetivos generales del manejo. En cuanto a la conservación de la biodiversidad, mucho se puede lograr a través de medidas como el control de amenazas externas claras (ejemplos obvios son la cacería, la invasión de tierras, la tala ilegal y los incendios) y la implementación de técnicas de aprovechamiento de impacto reducido. Pero la única forma de establecer el efecto del manejo sobre la biodiversidad de cualquier bosque es a través del monitoreo. El monitoreo, entendido como “*un proceso de recolección de información usada para mejorar el manejo del bosque*”, permite determinar la ocurrencia, tamaño, dirección e *importancia* de los cambios que se dan en indicadores claves de la calidad del manejo de un recurso (ver revisión por Finegan *et al.* 2004). El monitoreo es pues una manera de detectar cambios. No es un fin en sí, sino que debe percibirse como *parte de una estrategia de conservación* que incluye el control de amenazas claras, la reducción de im-

pactos y el enfoque precautorio. Los cambios que interesan en cuanto al monitoreo ecológico y al proceso de certificación del estado y la calidad del manejo de los bosques son los relacionados con las características de la comunidad natural (el bosque tropical) que se está manejando y que son *resultados* del manejo –cambios producidos por las operaciones de manejo que se están aplicando y que, por lo tanto, pueden reducirse o eliminarse mediante modificaciones al plan de manejo, si se detecta que tales cambios son indeseables.

El monitoreo, tal y como se concibe en este documento, tiene la meta de detectar cambios en el bosque que se deban al manejo. Las amenazas externas serias a la biodiversidad que se mencionaron en el párrafo anterior probablemente no están relacionadas con el proceso de manejo del bosque y sus impactos pueden ser mayores que los que causarían el aprovechamiento selectivo de intensidad baja ó moderada a través de técnicas de impacto reducido. Nos parece obvio, de antemano, que la cacería descontrolada, la tala ilegal y los incendios tienen impactos drásti-

cos e inaceptables en el bosque y por tanto deben ser controlados o eliminados. Cuando los recursos son limitados, el sentido común dice que la primera prioridad son las medidas para controlar tales amenazas serias. En otras palabras, puede ser más prudente dar prioridad a la inversión de fondos en el control de amenazas serias a la biodiversidad, y luego invertir en el monitoreo de los impactos de las operaciones de manejo.

En el caso de la biodiversidad de un bosque tropical, se requiere una planificación cuidadosa y bien fundamentada para lograr un monitoreo relevante y práctico. Existen varios aspectos que dificultan la implementación de tales programas de monitoreo ecológico para bosques tropicales manejados. Veamos a continuación algunos de ellos.

Los dueños del bosque, las personas que ejercen el derecho de usar el bosque, o los profesionales forestales, probablemente están al tanto de asuntos relacionados con la producción forestal, tales como el aprovechamiento de impacto reducido y la silvicultura para mejorar el crecimiento de especies valiosas de árboles. Pero la biodiversidad puede ser un mundo nuevo para ellos. También sucede con frecuencia que las personas que poseen o usan un bosque desean obtener beneficios con los productos que el bosque ofrece, y no necesariamente están interesadas en conservar la biodiversidad. Además, la biodiversidad es un concepto extremadamente amplio y aunque algunos científicos han tenido éxito en la transmisión del concepto a sus pares, no han sido tan eficaces cuando se trata de comunicarlo al público no especialista. Los manejadores deben afrontar el hecho de que los bosques tropicales son las comunidades naturales con la mayor biodiversidad en el planeta, y que ni aún los científicos han podido medirla. Incluso los especialistas no se han puesto de acuerdo

en cuanto a qué monitorear y cómo hacerlo. Afortunadamente, los criterios más aceptados para el monitoreo ecológico demuestran que sólo algunas cosas que componen la biodiversidad son útiles como indicadores. Finalmente, debe considerarse el aspecto económico. Al incluir el monitoreo ecológico, los costos de las operaciones de manejo aumentarán, lo que podría provocar rechazo hacia la implementación de la actividad; y mucho más si su relevancia para el manejo no está clara.

El poco dinero disponible es un desafío importante en el desarrollo de programas de monitoreo relevantes y prácticos en muchas operaciones de manejo forestal en el trópico. En el caso del monitoreo, al igual que para cualquier otra actividad del manejo forestal, el costo de una determinada forma de trabajar es un criterio importante que lleva a decidir si se implementa o no esa forma de trabajar. Como hemos sugerido, la escasez de dinero es a menudo acompañada por la falta de conocimiento y capacidad para manejar la biodiversidad, en general, y para el monitoreo en particular. Los recursos económicos y humanos que se invierten en el monitoreo son muy valiosos, y es poco ético desperdiciar tales recursos en una empresa infructuosa. Se debe tener claro que un monitoreo inadecuado puede conducir al empleo de prácticas inadecuadas con resultados indeseables en la biodiversidad. Por otra parte, el monitoreo excesivo y/o los programas mal diseñados o concebidos son una pérdida importante de tiempo y recursos. Existen ejemplos reales de todas estas situaciones.

Los Bosques de Alto Valor para la Conservación manejados

Es importante explicar este concepto relativamente nuevo en los P&C del FSC. Como reconocimiento al hecho de que no todos los bosques

tienen el mismo valor para la conservación, y de que algunas características de los bosques son más importantes de conservar que otras, el FSC creó en el año 2000 el Principio 9. Este principio establece que aquellos bosques que tienen valores para la conservación especialmente altos, a los cuales se les llama *Bosques de Alto Valor para la Conservación* (BAVC), y que son manejados con fines productivos, deben mantener estos valores especiales que se conocen como *Altos Valores para la Conservación* (AVC). El documento “Identificando Altos Valores para la Conservación al Nivel Nacional: una Guía Práctica” (Jennings *et al.* en prensa; info@proforest.net) identifica seis tipos o categorías de AVC, de los cuales los primeros tres son de biodiversidad y los restantes contemplan servicios ecológicos y valores sociales y culturales del bosque.

Dos elementos fundamentales en el manejo de BAVC son el principio de precaución y el monitoreo de los AVC.

Desde el punto de vista del manejo forestal, esto significa que cualquier operación localizada dentro de un BAVC y donde exista un interés por alcanzar la certificación del FSC, debe poner especial atención a este Principio y dar un mayor énfasis a los objetivos de conservación. Dentro del contexto del presente artículo, la importancia del Principio 9 es que, efectivamente, cuando los AVC son de biodiversidad, el monitoreo ecoló-

gico se convierte en una obligación.

¿Cómo debe ser interpretado y aplicado el Principio 9 en la práctica dentro del contexto del manejo forestal? Primero, se debe determinar si un bosque es un BAVC. La clave para ello es la *identificación de los Altos Valores para la Conservación*. Cualquier tipo de bosque –sea boreal, templado o tropical; natural o plantado– puede potencialmente ser un BAVC, debido a que su designación se basa únicamente en la presencia de AVC (Jennings *et al.* en prensa). Todos los bosques contienen valores ambientales, socioeconómicos o culturales. *En el caso de que estos valores sean considerados de importancia crítica o sobresaliente, el bosque puede ser definido como un Bosque de Alto Valor para la Conservación*. Procedimientos detallados para la identificación de AVC se encuentran en Jennings *et al.* (en prensa).

Desde el punto de vista de los AVC relacionados con aspectos de biodiversidad (los AVC1, 2 y 3, definidos por Jennings *et al.* (en prensa)), un BAVC puede ser una parte pequeña de un bosque de área mayor; por ejemplo, un área de bosque de características ecológicas especiales dentro de la Unidad de Manejo Forestal (UMF); tal vez un bosque de pantano o, en América del Sur, un bosque sobre arenas blancas (AVC 3). En otros casos, el BAVC puede constituir toda una unidad de manejo forestal; por ejemplo, cuando el bosque contiene varias especies amenazadas o en peligro de extinción (AVC 1). Una UMF puede también ser parte de una área mayor de bosque y ser definida como un BAVC si esta área mayor tiene relevancia a nivel global, regional o nacional debido a su tamaño y al mantenimiento dentro de ella de procesos ecológicos a gran escala y de poblaciones viables de, incluso, especies con altos requerimientos de área de hábitat (AVC 2).

³ Nótese que este monitoreo podría interpretarse como adicional al que ya plantean los P&C como parte del concepto de manejo forestal sostenible, por ejemplo, en el Principio 8.

Dos elementos fundamentales en el manejo de BAVC, según el Principio 9 del FSC, son el principio de precaución y el monitoreo de los AVC como requisito³. ¿En qué consiste el principio de precaución y cómo afecta a los objetivos del manejo? Las consecuencias ecológicas de cualquier actividad de manejo nunca pueden predecirse con un 100% de certeza. Esta incertidumbre crea un nivel de riesgo; cualquier acción de manejo podría provocar consecuencias ecológicas negativas imprevistas. Por lo general, un alto nivel de riesgo es menos aceptable cuando los intereses ecológicos son altos (como en un BAVC) que cuando las consecuencias ecológicas negativas no son tan significativas. El minimizar los riesgos en situaciones en que las implicaciones ecológicas potenciales podrían ser severas es la base del principio de precaución.

En la práctica, el principio de precaución significa que, debido a la incertidumbre relacionada con los impactos de las operaciones de manejo sobre los AVC, deben tomarse medidas para reducir esos impactos potenciales *dentro del contexto del mantenimiento de una operación económicamente rentable*. El monitoreo, que permite *conocer* los impactos que el manejo tiene en los AVC, es un complemento imprescindible del principio de precaución.

Lineamientos para el monitoreo ecológico en bosques manejados certificados por el FSC, con énfasis en BAVC

La Guía publicada por Finegan *et al.* (2004) tiene la meta general de contribuir a llenar los vacíos identificados en las secciones anteriores del presente artículo. Con la Guía se pretende que los programas de monitoreo se implementen solamente cuando son necesarios, que tengan una intensidad y un grado de complejidad apropiadas a la escala y la intensidad del manejo –tal y como lo establecen los P&C del FSC– y que

generen información confiable con la cual mitigar *los principales impactos que las operaciones de manejo tienen sobre indicadores ecológicos claves, incluyendo los Altos Valores de Conservación cuando el concepto se aplica*. No debe utilizarse la Guía como un recetario para la elaboración de planes de monitoreo ecológico, sino como un documento que provee una base que puede ser modificada por certificadores o manejadores, de acuerdo con las condiciones particulares de los bosques manejados. La presente sección resume los mensajes principales sobre el enfoque para el monitoreo en bosques manejados certificados por el FSC, que plantea esa Guía.

La Guía establece consideraciones de tipo ecológico, económico y estadístico relacionadas con el diseño e implementación de programas de monitoreo ecológico, con énfasis en BAVC. Tal enfoque se resume en el Recuadro 1. A continuación se desarrolla este enfoque con mayor detalle. Los puntos que se explican son los mismos que se señalan en el Recuadro 1, a excepción de los protocolos para el muestreo de los indicadores, que se mencionan dentro de la explicación de los demás puntos, y las pruebas de campo de la Guía que se presentan en la última sección del artículo.

Definición clara de objetivos para el monitoreo ligados a la detección de cambios causados por las operaciones de manejo

La falta de objetivos claros es una de las críticas más generalizadas que se hacen a los programas de monitoreo ecológico, sea en áreas protegidas o bosques de producción (Noss 1990, Noon *et al.* 1999). Resulta obvio que trabajar sin objetivos claros es una buena forma de desperdiciar tiempo y recursos; sin embargo, que los estándares para el manejo forestal sostenible como los P&C del FSC tengan el efecto, aunque sea inesperado, de fomentar el trabajar

sin objetivos claros es totalmente inaceptable. El objetivo general de un programa de monitoreo diseñado con el uso de la Guía debiera ser algo como lo siguiente: “*Determinar si los valores de los indicadores ecológicos (incluyendo aquellos que representan Altos Valores para la Conservación) cambian como consecuencia de las operaciones de manejo, y si el grado del cambio está dentro de límites definidos como aceptables o no*”. Al trabajar con tal objetivo general, se puede obtener información necesaria para mejorar la efectividad del manejo

La orientación del monitoreo hacia la detección de cambios causados por las operaciones de manejo es un punto de importancia primordial. Los valores de los indicadores ecológicos pueden cambiar por muchas razones. Sería un terrible error pedir a los encargados del manejo del bosque que ajusten sus operaciones de manejo para contrarrestar cambios que se deben a causas naturales, y no es ni práctico ni justo responsabilizarlos por cambios que ocurren debido a actividades humanas sobre las cuales no tienen ningún control: por ejemplo, reducciones en la abundancia de vertebrados grandes debidas a la deforestación en áreas adyacentes a la unidad de manejo forestal. Tal vez sean obvias estas consideraciones, pero tienen implicaciones muy importantes respecto al diseño de programas de monitoreo ecológico del manejo forestal. Más aun, nuestra revisión del estado del monitoreo ecológico en bosques manejados certificados bajo el sistema del FSC en Centroamérica sugiere que tal vez las consideraciones no sean tan obvias.

Para determinar, entonces, si los valores de los indicadores ecológicos, incluyendo los AVC, cambian como consecuencia de las operaciones de manejo, la Guía establece que se deben tomar mediciones en las áreas manejadas y compararlas con medi-

ciones en áreas de referencia, por lo general no manejadas. Las mediciones de los indicadores deben además ser repetidas en el tiempo, pues los bosques son dinámicos y los rodales manejados aun más. Hay dos formas de comparar cambios en los valores de los indicadores en áreas manejadas y no manejadas. Se pueden tomar mediciones en el área a ser manejada antes de que el manejo inicie, y compararlas con lo que pasa después. Sin embargo, al hacer esto no se puede estar totalmente seguro de que algunos de los cambios observados se deban al manejo, o si esos cambios hubieran ocurrido de todos modos; esto es, aun sin la presencia del manejo. Entonces, aun si se cuenta con información del bosque desde antes de iniciar el manejo, es necesario comparar el área manejada con un área de referencia, y medir las dos áreas al mismo tiempo – si un cambio ocurre en el área manejada, pe-

ro no en la de referencia, se puede estar razonablemente seguro de que tal cambio se debe a las operaciones de manejo.

El monitoreo indirecto de la biodiversidad a través de indicadores de estructura y composición del bosque –enfoque de *filtro grueso*– con opciones para el monitoreo de grupos de especies o especies individuales cuando sea necesario y factible –enfoque de *filtro fino*

En la Guía se adopta un enfoque básico para el monitoreo que consta de dos elementos. El primer elemento es un “filtro grueso” –el monitoreo de la estructura y composición del rodal–, y el segundo un “filtro fino” –el monitoreo, en aquellos casos en que se considere necesario y factible, de aspectos de la respuesta de especies. (La necesidad y factibilidad del monitoreo de especies se consideran más adelante). Para cada

uno de los indicadores de filtro grueso y filtro fino propuestos, la Guía presenta protocolos donde se especifican los procedimientos a seguir para la toma de datos y para su análisis. También se ofrecen lineamientos generales para la interpretación de los resultados del monitoreo.

El uso de un enfoque de filtro grueso para el monitoreo es uno de los principales aspectos de la Guía. Los indicadores de estructura y composición del rodal –el área basal, la densidad del rodal, la composición y abundancia de palmas, entre otros propuestos (Cuadro 1)– se monitorean porque son características básicas importantes del bosque. Con respecto al filtro grueso, se parte del supuesto de que ellos *representan* o *indican* las condiciones de hábitats requeridas por otras especies cuya conservación es relevante; por ejemplo, las especies de fauna endémicas o migratorias. En el presente artículo no es posible ahondar en este tema, que es de mucho debate; sin embargo, la adopción de un enfoque de filtro grueso se justifica porque el supuesto de nexos entre la biodiversidad, la sostenibilidad del hábitat y la estructura y composición del bosque en múltiples escalas tiene fuertes fundamentos teóricos y conceptuales y tales nexos han sido identificados en numerosos estudios empíricos (Lindenmayer *et al.* 2000). Una consideración adicional importante es que los indicadores de filtro grueso son, en términos generales, relativamente fáciles de monitorear –muchos de ellos, por ejemplo, pueden ser monitoreados en parcelas permanentes de muestreo, que probablemente se tendrían que establecer para otros fines en el contexto de una operación de manejo que pretende alcanzar la certificación. Por supuesto, habrá situaciones donde surgirá la posibilidad de tener que monitorear la respuesta de especies individuales de flora y fauna, y ahí es donde puede entrar el enfoque de filtro fino, como cuan-

Recuadro 1.

Puntos principales del enfoque para el monitoreo ecológico en bosques certificados

- ▶ Se enfatiza la definición clara de objetivos para el monitoreo ligados a la detección de cambios causados por las operaciones de manejo.
- ▶ Se enfatiza el monitoreo indirecto de la biodiversidad a través de indicadores de estructura y composición del bosque –enfoque de filtro grueso; se proveen opciones para el monitoreo de la respuesta de grupos de especies o especies individuales cuando sea necesario y factible –enfoque de filtro fino.
- ▶ Se usa un árbol de decisiones para el diseño de un programa de monitoreo práctico y relevante.
- ▶ La Guía describe procedimientos para el establecimiento de límites entre cambios aceptables e inaceptables en los valores de los indicadores y la determinación de cuándo se han excedido estos límites.
- ▶ Provee protocolos para el muestreo de una amplia gama de indicadores potenciales.
- ▶ Incorpora los resultados de pruebas de campo en bosques certificados del Petén, Guatemala.

Fuente: Finegan *et al.* 2004

do se considera necesario evaluar el impacto del manejo en la abundancia de especies de árboles y lianas, o en la abundancia de una especie particular de mamífero o ave.

Debe, sin embargo, quedar claro que el monitoreo de grupos de especies o especies individuales es, en muchas situaciones, una empresa mucho más compleja que el de los indicadores del filtro grueso. Por esta razón, la Guía muestra una serie de criterios para decidir si monitorear o no especies, sean grupos o individuales.

En términos generales, las actividades de monitoreo dirigidas a especies deberían ser consideradas en al menos dos situaciones. La primera es cuando las especies que son regionalmente endémicas o identificadas como amenazadas o en peligro de extinción por CITES, UICN, o el gobierno central o local se encuentran en la unidad de manejo forestal y *cuando estas especies pueden ser impactadas en forma adversa por las actividades de manejo* (incluso la presencia de tales especies puede hacer que el bosque sea designado como de Alto Valor para la Conservación). La segunda situación es cuando las especies arbóreas cosechadas tienen poblaciones cuyas características –abundancia, distribución diamétrica y otras– sugieren que pueden ser susceptibles a declinar o a desaparecer a nivel local, debido a la cosecha (en la Guía se ofrecen lineamientos para identificar tales especies de árboles).

A un nivel más específico, sin embargo, se recomienda el monitoreo de especies únicamente cuando se cumpla *cada una* de las siguientes condiciones. Las primeras tres son de naturaleza científica/técnica y las restantes ligadas a recursos humanos y financieros:

- ▶ Se cree que los impactos sobre especies de importancia ecológica o de conservación pueden ser altos bajo el manejo forestal que está siendo implementado.

- ▶ Se cree que la respuesta de especies no estará altamente correlacionada con los indicadores de filtro grueso.
- ▶ Ya sea que: a) hay una clara aplicación de los datos colectados que podrían permitir modificaciones al plan de manejo o a las actividades de manejo, o b) la información podría ser útil para demostrar los impactos del manejo a grupos interesados claves.
- ▶ Un programa de monitoreo relevante y práctico, según nuestras definiciones de los términos, es factible dada la disponibilidad de recursos y experiencia profesional.
- ▶ El programa es económicamente posible dado el tamaño de la operación de manejo forestal.

Esperamos que estas condiciones se expliquen por ellas mismas. Es evidente que la cuarta y la quinta podrían ser tomadas como justificaciones para no monitorear. Esta no es nuestra intención; lo que pretendemos, sencillamente, es que los aspectos logísticos y financieros formen parte del conjunto de criterios para el diseño de programas de monitoreo.

Un árbol de decisiones para el diseño de un programa de monitoreo práctico y relevante

Creemos que un árbol de decisiones es un apoyo valioso para la toma de decisiones sobre el monitoreo ecológico; por ello, la Guía presenta árboles sencillos que enfocan las decisiones en dos etapas: la primera orienta al usuario para decidir si un programa de monitoreo es necesario o no, y de ser necesario se entra en la segunda etapa que orienta sobre la selección de indicadores. Aspectos como la necesidad o no de monitorear y la intensidad de monitoreo son decisiones claves que se deben tomar con base en criterios lo más objetivos posibles. La Guía parte del punto básico establecido por los P&C del FSC, de que el monitoreo debe ser apropiado a la escala e intensidad del manejo. Esto significa, en

términos económicos, que los costos del monitoreo deben incrementar o disminuir de forma apropiada a la escala, intensidad y valor de conservación del bosque. Si los impactos del manejo en el bosque parecen ser muy bajos, los manejadores y certificadores deben considerar la posibilidad de *no monitorear*. En la Guía se establece un límite máximo de perturbación por debajo del cual no se considera necesario monitorear. Este límite se estableció con base en la experiencia de los autores y puede ser modificado y adaptado a circunstancias específicas. Así, se considera que si la cosecha dentro de una UMF es inferior a un número promedio de 5 árboles por hectárea o un volumen de madera comercial promedio de 10 m³/ha (excluyendo para el cálculo las áreas de protección) y no se aplican tratamientos silviculturales, el impacto de las operaciones de manejo es bajo y por lo tanto el monitoreo ecológico no se considera necesario como herramienta para alcanzar los P&C del FSC. Somos partidarios del principio de precaución y el manejo adaptativo, pero reiteramos nuestra opinión de que bajo las circunstancias actuales es contraproducente y hasta poco ético insistir en el monitoreo del impacto de las operaciones de manejo cuando todo indica que esos impactos son muy bajos. No permitamos que el monitoreo nos distraiga de actividades de mayor prioridad, como el control de amenazas externas (Sheil 2001). Por otra parte, si se espera un impacto sustancial del manejo, entonces se recomienda monitorear al menos algunos de los indicadores propuestos.

Dentro del marco ya establecido de filtros grueso y fino, los indicadores incluidos en la Guía (Cuadro 1) han sido seleccionados porque se relacionan directamente con los principales impactos, porque en la mayoría de los casos están bien documentados en la literatura científica y técnica y, por ende, tienen potencial para

un monitoreo relevante y práctico, y finalmente porque en algunos casos, cubren muchas opciones posibles de monitoreo de respuestas de especies (por ejemplo, el indicador 2.1.1, la abundancia de mamíferos y aves medianos y grandes). Como ya se ha discutido, se prevé que en muchos casos el monitoreo constará de la medición de indicadores de filtro grueso y que se monitorearán especies solamente en casos muy bien definidos.

¿Cómo determinar si un cambio es aceptable o inaceptable?

El manejo forestal cambiará los valores de muchos de los indicadores ecológicos seleccionados para el monitoreo, pero si un programa es adecuadamente diseñado, detectará muchos de esos cambios. Nótese que un cambio puede ocurrir sin que sea detectado por el muestreo (esta es una consideración estadística que no se analiza en el presente artículo). El punto no es detener el manejo si el bosque cambia, ya que el cambio es inevitable; más bien, la clave para un monitoreo relevante es *determinar cuánto cambio es aceptable y*

cuándo el cambio alcanza niveles inaceptables. Por ende, los procedimientos de manejo se deben de ajustar para reducir su impacto. El procedimiento que plantea la Guía para lograr esto es relativamente sencillo.

Con respecto al hecho de definir con precisión el cambio aceptable y el no aceptable, la Guía propone establecer límites o *umbrales* entre los cambios aceptables e inaceptables para cada indicador, de manera que si los cambios en los valores de los indicadores van más allá de esos umbrales, es una señal de alerta para el manejador sobre la necesidad de una respuesta de manejo. Así, un cierto grado de cambio activará una respuesta de manejo, y es por eso que a esos umbrales se les llama en la Guía *activadores*.

Se ha enfatizado en que los valores de los indicadores ecológicos pueden cambiar por razones naturales en comunidades libres de intervención humana directa; debido a ello, en el monitoreo ecológico se acepta ampliamente la determinación de valores de umbrales y activadores con base en estimaciones del

rango de variación que presenta el indicador en condiciones naturales o de referencia (Skalski 1995 citado por Noon *et al.* 1999). Si los valores del indicador en áreas manejadas se salen del rango de variación natural a causa de las operaciones de manejo, se ha provocado un cambio inaceptable. Note que se debe establecer un contexto temporal para decidir si un cambio es aceptable o no; por ejemplo, si la reducción del área basal del bosque por el aprovechamiento excede un activador durante los primeros dos años en un ciclo de corta de 20 años, la decisión correcta probablemente será que el impacto es aceptable. Los umbrales y activadores, entonces, se fijan con base en estimaciones del rango de variación natural de los indicadores; la evaluación del impacto, en consecuencia, es un proceso en el tiempo, no una decisión puntual y final.

A partir de estas ideas básicas, existen dos enfoques para establecer umbrales para cualquiera de los indicadores sugeridos en la Guía. En el enfoque 1 los umbrales pueden ser estimados a partir de la variación

Cuadro 1. Indicadores* que pueden ser utilizados para el monitoreo ecológico de bosques manejados, incluyendo BAVC

Dimensión	Tema	Indicador
El filtro grueso: estructura y composición de rodales	1.1. Estructura horizontal y vertical	1.1.1. El área basal del rodal 1.1.2. La abundancia de árboles, total y por clases de tamaños 1.1.3. La apertura del dosel en el sotobosque 1.1.4. La estructura vertical del bosque
	1.2. Otros elementos claves de estructura	1.2.1. Las poblaciones de especies de lianas y árboles que juegan un papel clave en la supervivencia de especies animales amenazadas o en peligro de extinción 1.2.2. La composición y abundancia de palmas
	1.3. La composición de especies de árboles	1.3.1. Abundancias y estructuras poblacionales de especies arbóreas dependientes de bosque
Respuesta de especies	2.1. Mamíferos y aves medianos y grandes	2.1.1. La abundancia de mamíferos y de especies de aves de tamaño mediano y grande
	2.2. Especies directamente impactadas por las operaciones de manejo	2.2.1. Tamaños de poblaciones y estructuras poblacionales de especies de árboles cosechados susceptibles al declive poblacional 2.2.2. La abundancia de especies de lianas grandes
	2.3. Grupos indicadores de perturbación	2.3.1. La composición de la comunidad de aves 2.3.2. La composición de la comunidad de mariposas 2.3.3. La composición y abundancia del gremio de escarabajos estercoleros (Scarabaeinae)

*Este es el juego completo incluido en Finegan *et al.* (2004). Cuando se determina que un programa de monitoreo es necesario, este constará de un grupo de indicadores seleccionado según las necesidades del caso y utilizando procedimientos descritos en el texto.

estadística en los sitios de referencia; en el enfoque 2 esto se hace a partir de la cantidad absoluta de cambio en los sitios de referencia. Para ambos enfoques se definen tres tipos de umbrales: *umbral de cambio bajo*, *umbral de cambio moderado* y *umbral de cambio alto*. En el Recuadro 2 se establece la definición para cada uno de estos umbrales y la forma como se propone calcularlos para el caso del enfoque 1, que es el más confiable para establecer comparaciones.

La Figura 1 ilustra la notación matemática en que se fundamentan los cálculos y ofrece una breve explicación de su interpretación, en la que se confrontan los valores de los umbrales calculados a partir de la información de las áreas de referencia con el valor promedio estimado en las áreas manejadas más una medida de su variabilidad (el intervalo de confianza al 95%). La escogencia de un valor de umbral en particular para ser usado como activador depende de una variedad de factores. Cinco factores interrelacionados se deben considerar al establecer los valores de los activadores: objetivos de conservación, la necesidad de precaución, la sensibilidad para la conservación, la sensibilidad de medición y la cantidad de variación natural. Algunos de los umbrales propuestos pueden ser muy conservadores para algunos activadores y muy liberales para otros. Los valores presentados en esta Guía deben servir como punto de partida para ayudarle a desarrollar el programa de monitoreo. Le invitamos y alentamos a modificar esos valores, o a seleccionar otros umbrales más apropiados para las situaciones particulares que usted enfrente.

El monitoreo ecológico en la práctica: la validación de la Guía

Resulta útil dar algunos ejemplos de cómo las ideas y los procedimientos que se han descrito aquí pueden funcionar en la práctica. Del conjunto de indicadores enumerados en el Cua-

dro 1, se considerarán, de los de filtro grueso, la estructura del rodal y de los de filtro fino, los mamíferos y aves medianos y grandes. El enfoque que se usará para establecer los valores de los umbrales y para determinar si los valores de los activadores han sido excedidos se basa en la variación estadística del indicador en áreas de referencia (el enfoque 1 descrito en Recuadro 2). La información proviene del ejercicio de validación de la Guía realizado en la Concesión de Manejo Forestal Comunitario Uaxactún en el Departamento del Petén, Guatemala por Pinelo y Radachowsky (2003).

Uaxactún se encuentra en el corazón de la Reserva de la Biosfera Maya, y tiene un área de 83 000 ha de bosque húmedo tropical de tierras bajas. Un estudio preliminar ejecutado por Morales y Radachowsky (2003) establece que esta UMF es un Bosque de Alto Valor para la Conservación por su importancia para la biodiversidad a nivel de especies (AVC1), como parte de un gran bosque a nivel de paisaje (AVC2), porque satisface las necesidades básicas de las comunidades humanas locales (AVC5) y por su papel crítico en la identidad cultural de esas comunidades (AVC6). Como ocurre a menudo en Mesoamérica, el bosque de Uaxactún fue aprovechado antes de que las operaciones de manejo formal iniciaran; así, durante la década de 1970 se extrajeron grandes árboles de caoba. El compartimiento de cosecha anual en el que se realizaron las evaluaciones de los indicadores presentes en la Guía fue aprovechado nuevamente, esta vez mediante técnicas de impacto reducido, en 1999. La intensidad promedio de cosecha fue de solo 0,84 árboles por hectárea (2,13 m³ de madera por hectárea). El árbol de decisiones de la Guía lleva a la conclusión de que, por el criterio de intensidad de intervención del bosque no se requiere monitoreo ecológico en Uaxactún, pero por tratarse de un BAVC, según el Principio 9 del FSC, sí se requiere monitoreo ecológico en la UMF.

Muestreo y análisis para el monitoreo de los indicadores. Pinelo y Radachowsky establecieron un área de 1 km por 1 km (100 ha) para el muestreo en el compartimiento cosechado en 1999, cuya área total es de 150 ha. Una área idéntica fue establecida en un bosque no aprovechado con similar composición y estructura, 1 km al sur del área aprovechada. Los indicadores de la estructura y composición del rodal que se tomaron para este ejemplo son el 1.1.1 área basal del rodal y el 1.1.2 densidad del rodal (ver lista completa de indicadores en el Cuadro 1). Ambos fueron evaluados en transectos de 500 m de largo en cada área. Para el muestreo de indicadores de la respuesta de especies de animales, se seleccionó el Indicador 2.1.1 abundancia de mamíferos y aves de tamaño mediano y grande. El muestreo para este indicador fue hecho en transectos de 1 km de largo y 1 m de ancho en cada una de las dos áreas; se registraron las huellas encontradas, así como avistamientos y vocalizaciones. Los datos de cada una de las tres fuentes (huellas, avistamientos y vocalizaciones) fueron juntados para el análisis y convertidos a observaciones por kilómetro, para efectos de análisis y reporte de resultados. Como unidad muestral se consideró el transecto. Los protocolos detallados para los indicadores se encuentran en el Anexo A de la Guía (Finegan *et al.* 2004). Los indicadores de filtro grueso fueron medidos por personal experimentado en el manejo forestal; la evaluación de animales fue ejecutada por una institución internacional de conservación de vida silvestre, que empleó a cuatro personas capacitadas para el muestreo de vertebrados en transectos.

Relación de los indicadores evaluados y los AVC. Los autores consideran que el monitoreo de indicadores de filtro grueso es adecuado para bosques con AVC de biodiversidad. Algunos de los vertebrados muestreados en la validación de campo son especies que, por alguna razón,

Recuadro 2.

¿Cómo determinar si un cambio en el valor de un indicador es aceptable o inaceptable?

Establecimiento de umbrales de cambio para indicadores a partir de la variación estadística en los sitios de referencia, según el enfoque 1

El enfoque 1 se basa en la idea de que un cambio aceptable en un indicador en un sitio manejado (tal como el área basal o la estructura vertical del bosque –ver Indicadores 1.1.1 y 1.1.4 en Cuadro 1) puede ser evaluado con base en la cantidad de variación observada para la misma característica en los sitios de referencia a través del tiempo: el rango de variación natural del indicador. Esto porque es probable que los cambios tiendan a ocurrir en los sitios de referencia, y para estar seguros de que los cambios observados en el sitio manejado se deben a las operaciones de manejo, se debe decidir si este cambio es mayor que el cambio natural registrado en el sitio de referencia. Se sugiere, por consiguiente, usar una medición estadística de variación calculada a partir de los datos en los sitios de referencia (la desviación estándar) como medida de la cantidad de variación que podría observarse en el sitio manejado si este no tuviera manejo. Para tomar en cuenta las diferencias potenciales en las condiciones iniciales de los sitios manejados y los sitios de referencia, esta variación debe utilizarse en relación con las condiciones anteriores al tratamiento del sitio manejado para establecer valores de umbrales. A continuación se muestra cómo calcular los valores de umbrales siguiendo este enfoque. En la Figura 1 se ilustra como se interpretan los resultados. Este enfoque es similar al tomado por Ghazoul y Hellier (2000).

Umbral de cambio bajo. Un umbral de cambio bajo se alcanza cuando la disminución en un valor del indicador en un área manejada, en un momento en el tiempo y en relación con los niveles registrados antes de que iniciara el manejo en el mismo sitio, excede en una cantidad que corresponde al valor de una desviación estándar del valor promedio del indicador en los sitios de referencia.

Umbral de cambio moderado. Un umbral de cambio moderado se alcanza cuando la disminución en un valor del indicador en un área manejada, en un momento en el tiempo y en relación con los niveles registrados antes de que iniciara el manejo en el mismo sitio, excede en una cantidad que corresponde al valor de dos desviaciones estándar del valor promedio del indicador en los sitios de referencia.

Umbral de cambio alto. Un umbral de cambio alto se alcanza cuando la disminución en un valor del indicador en un área manejada, en un momento en el tiempo y en relación con los niveles registrados antes de que iniciara el manejo en el mismo sitio, excede en una cantidad que corresponde al valor de tres desviaciones estándar del valor promedio del indicador en los sitios de referencia.

Matemáticamente, los valores de los umbrales se pueden representar como

$$T = x - y(s)$$

donde T es el valor de umbral, x es el estimado del valor del indicador (o el promedio de los valores estimados en varios sitios) en el sitio manejado antes que se iniciara el manejo, y es

la constante del umbral de cambio, y s es la desviación estándar de los estimados de los valores del indicador en los sitios de referencia. El estimado de la desviación estándar debe calcularse a partir de los datos colectados en múltiples unidades de muestreo de referencia a lo largo del tiempo. La constante del umbral de cambio, y, es igual a 1 para umbrales de cambio bajo, 2 para umbrales de cambio moderado y 3 para umbrales de cambio alto.

Se ha escogido este procedimiento para establecer los umbrales porque: 1) es relativamente simple de calcular y no requiere de gran capacitación en estadística ni acceso a programas estadísticos; 2) se basa en principios básicos de biometría y teoría del muestreo, y 3) la comparación basada en la variación en los sitios de referencia es consistente con los enfoques modernos de conservación que promueven el mantenimiento de la variabilidad dentro del rango de variabilidad natural (aunque reconocemos que los sitios de referencia no son, por lo general, una base rigurosa para establecer el rango total de variación natural).

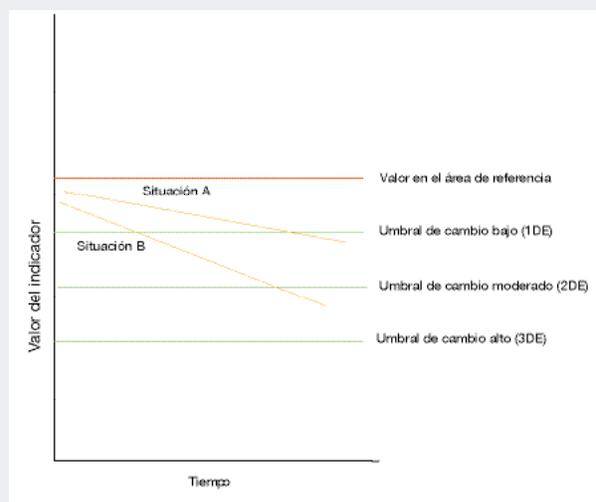


Figura 1. Umbrales para el valor del indicador con base en la variación en los sitios de referencia. Los umbrales se basan en un múltiplo de la desviación estándar de la población estimada en los sitios de referencia. En la situación A, el cambio del valor del indicador al final del período de muestreo es aproximadamente 1,5 veces la desviación estándar en las parcelas de referencia. En esta situación, el cambio excede el umbral de valor bajo pero no el moderado. En la situación B, el cambio excede el valor moderado, pero no el alto. Si el valor del activador se pusiera en el valor moderado, sería apropiado hacer cambios en el manejo con la situación B pero no con la situación A.

contribuyen a que Uaxactún se considere un BAVC debido a la importancia de su biodiversidad a nivel de especies (AVC 1). Un ejemplo es la pava *Penelope purpurascens* (Morales y Radachowsky 2003).

Umbral de cambio y valores de activadores. Se partió del hecho de que por ser un BAVC, podría ser más conveniente utilizar umbrales de cambio bajo para Uaxactún. Estos fueron usados para los indicadores de estructura y composición del rodal. No se pudieron establecer umbrales para las especies animales, por razones que se discutirán más adelante.

Resultados para indicadores estructurales. La Figura 2 muestra los resultados del monitoreo para Uaxactún. Es necesario primero apuntar que no existen datos anteriores al manejo para el área manejada en este sitio. Esto significa que los impactos del manejo son evaluados bajo el supuesto de que los valores del indicador en el área de referencia son representativos de los que existieron en el área manejada antes de que comenzara la perturbación. Este supuesto es probablemente razonable para indicadores de la estructura del rodal, pero debe ser tratado con mayor cuidado para indicadores composicionales, así como para indicadores de la respuesta de especies. Los datos muestran, como es de esperar, que una intensidad de cosecha baja sin silvicultura produce impactos apenas detectables en los dos indicadores estructurales presentados. Los umbrales establecidos usando los datos del área de referencia son muy amplios. Sin embargo, los datos del área manejada indican claramente que el impacto de la cosecha fue muy bajo, y los intervalos de confianza al 95% de los promedios de las áreas manejadas aun no traslapan el umbral de cambio bajo.

Resultados para indicadores de respuesta de especies animales. Los datos de vertebrados para Uaxactún ofrecen un retrato mucho menos claro que el que se observa para la es-

tructura del rodal. Existen dos razones para que esto suceda: una es la falta de datos anteriores al manejo para el área manejada, y la otra es la gran varianza en los estimados, lo que hace que estos no sean muy confiables. La Figura 3 muestra el número promedio de observaciones de vertebrados por kilómetro en las áreas aprovechadas y de referencia. Existen marcadas diferencias entre las dos áreas y algunos vertebrados solo se encontraron en una u otra área (note que la abundancia de algunos animales del bosque, o al menos la frecuencia con que son observados, puede verdaderamente aumentar en los bosques aprovechados). Lo anterior hace que no sea práctico ni relevante, con respecto a los objetivos del monitoreo, usar tales datos para intentar determinar los impactos del manejo sobre las especies en cuestión. La ma-

yoría de las especies o grupos de especies fueron observados ocasionalmente: muchos de los valores promedios son menores a 0,5 observaciones/km. Además, estos indicadores de respuesta de especies fueron extremadamente variables. Ejemplos específicos de la variabilidad de los indicadores se muestran en el Cuadro 2. Note que las desviaciones estándares para la ardilla de Depp y el mono araña en el área de referencia son grandes, de modo que los coeficientes de variación del número de observaciones por kilómetro se encuentran arriba del 100% en el caso de la ardilla y arriba del 200% para el mono araña. De igual forma, los intervalos de confianza al 95% para los valores promedios del área aprovechada son amplios. Los estimados de los promedios tienen claramente poca precisión y las desviacio-

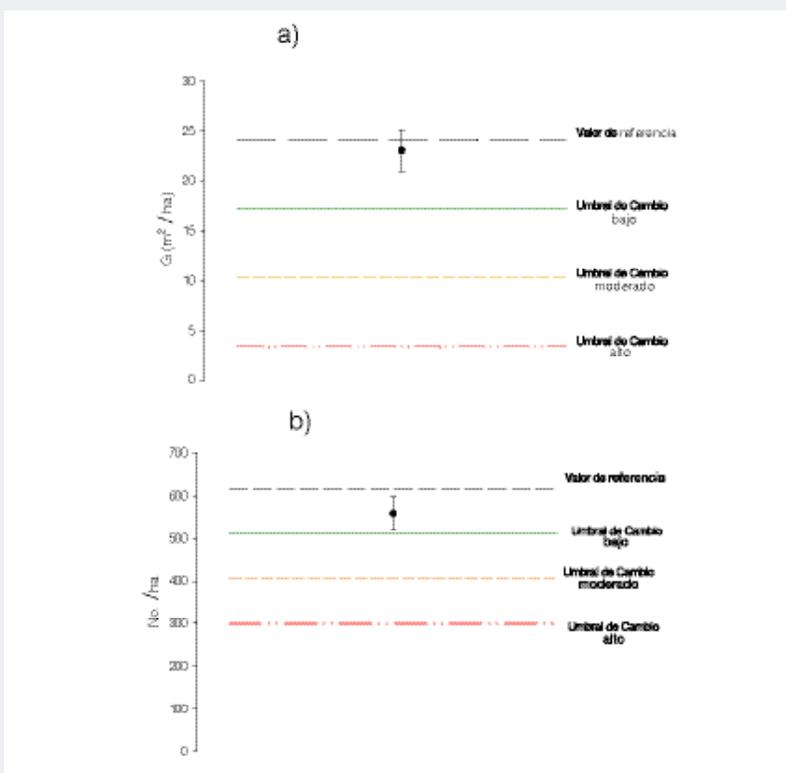


Figura 2. Evaluación gráfica de los indicadores de estructura del bosque usando el procedimiento descrito por Finegan *et al.* (2004) a) área basal b) densidad del rodal. Los datos son de la Concesión de Manejo Forestal Comunitaria Uaxactún, Guatemala (Pinelo y Radachowsky 2003). Ver descripción del sitio, muestreo e interpretación de los resultados en el texto.

nes estándares podrían no ser útiles para el establecimiento de umbrales y activadores, debido a que las cantidades de cambio que podrían ser consideradas como aceptables serían muy grandes, aun para el umbral de cambio bajo. Finalmente, un punto general es que, al menos en el caso de las observaciones visuales, las especies pueden parecer más abundantes en las áreas recientemente aprovechadas debido, simplemente, a que estas son más abiertas y los mamíferos y las aves son más fácilmente observables. Al contrario, si la regeneración se vuelve densa pocos años después del aprovechamiento, la situación inversa tomaría lugar. De este modo, la habilidad de los observadores para detectar animales puede a menudo diferir entre áreas, sesgando los resultados del monitoreo.

Discusión de la validación. La validación en Uaxactún sugiere que pueden encontrarse señales más claras de los impactos del manejo a partir de los indicadores de la estructura del rodal que a partir de los indicadores de la respuesta de especies animales. Este resultado sostiene, a su vez, la posición de que el monitoreo de la estructura y composición del rodal es una propuesta práctica y relevante, mientras que el monitoreo de los indicadores de la respuesta de especies debería requerirse solo en circunstancias especiales.

Consideramos que, por sentido común y por ética, debe hacerse monitoreo tal y como lo pide el FSC, pero de una manera apropiada a la escala e intensidad de la operación de manejo forestal. A veces se puede prescindir del monitoreo. Los resultados de Pinelo y Radachowsky en Uaxactún cumplen con la simple e intuitiva expectativa de que los impactos del manejo sobre la estructura del rodal son proporcionales a la intensidad de la intervención, y que este bosque del Petén tiene impactos muy bajos. Hay que preguntarse qué se gana con obligar a la comunidad que opera la concesión a monitorear, solo porque su UMF es un BAVC.

Cuadro 2. Abundancia de tres especies de vertebrados en áreas aprovechadas y de referencia, usando los procedimientos descritos por Finegan *et al.* (2004). Concesión Forestal Comunitaria Uaxactún, Guatemala

	Área de referencia		Área aprovechada	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	95% Intervalo de confianza
Ardilla de Depp (<i>Sciurus deppei</i>)	1,00	1,02	0,46	0,33
Pava (<i>Penelope purpurascens</i>)	0,00	0,00	0,29	0,12
Mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>)	0,85	2,32	2,96	1,39

Fuente: Datos de Pinelo y Radachowsky (2003)

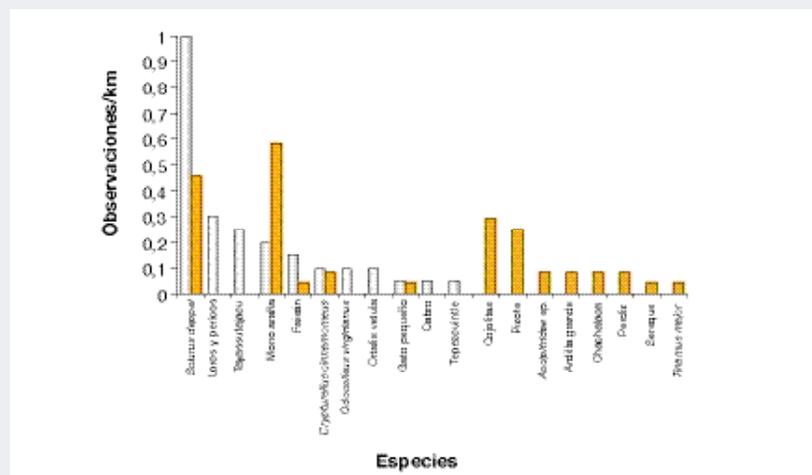


Figura 3. Mamíferos y aves terrestres observados en transectos en la Concesión Forestal Comunitaria Uaxactún, Guatemala. Número de observaciones por kilómetro en áreas aprovechadas (barras oscuras) y de referencia (barras abiertas). Datos de Pinelo y Radachowsky (2003); ver texto para más detalles.

Otro punto que hemos enfatizado es la dificultad de obtener información confiable a un costo aceptable, sobre los impactos del manejo en las especies que, por muchas razones, pueden ser importantes para los grupos de interés. Si se contara con datos anteriores al manejo, estos hubieran podido ayudar a la interpretación de los resultados del monitoreo de las especies animales, aunque una posibilidad importante que los resultados enfatizan, es que algunos animales pueden de hecho ser observados con mayor frecuencia en áreas aprovechadas que en áreas de referencia. Las especies para las cuales tal patrón de respuesta ha sido demostrado deberían, probablemente, no ser monitoreadas.

Conclusiones

Los P&C del FSC han establecido desde su formulación inicial que el manejo forestal, para ser sostenible, debe ser adaptativo y que por lo tanto, el monitoreo constituye una herramienta imprescindible del manejo. La certificación forestal, sin embargo, no ha logrado aún concretar ni aplicar un enfoque consistente para un monitoreo ecológico relevante y práctico de los bosques certificados, apropiado a la escala y a la intensidad de cualquier operación de manejo.

Por lo anterior, el desarrollo de técnicas relevantes y prácticas de monitoreo ecológico para bosques certificados bajo el sistema FSC es uno de los temas prioritarios para contribuir a

la sostenibilidad del manejo forestal en el trópico americano. La prioridad del tema es especialmente alta en el manejo de Bosques de Alto Valor para la Conservación, ya que el Principio 9 de los P&C del FSC requiere un monitoreo riguroso de los Altos Valores de Conservación de tales bosques. El monitoreo, sin embargo, no es un fin en sí, sino que debe ser parte de una estrategia de conservación dentro del plan de manejo, la cual se fundamenta en la reducción de los impactos del manejo y la detección y control de amenazas externas mayores, como los incendios y la invasión de tierras.

Ya que el monitoreo requiere de inversiones financieras y de recursos humanos de parte de los manejadores del bosque, y que sus resultados pueden conducir a cambios en las operaciones de manejo y posiblemente, en el flujo de caja de la empresa, las metodologías utilizadas deben ser las más confiables posibles, técnica y científicamente, dentro del marco logístico y financiero de la empresa.

Para convertirse en una herramienta práctica para el manejo forestal dentro del contexto anterior, el monitoreo ecológico debe enfocarse en la determinación de los impactos ecológicos *provocados por las operaciones de manejo*. Hay que determinar, entonces, las tendencias en el tiempo de los valores de los indicadores en las áreas manejadas, comparándolas con los valores antes del manejo, y con las

tendencias en las áreas de referencia no manejadas. Asimismo, los indicadores monitoreados deben ser fáciles de medir y mostrar una relación clara con los impactos que el manejo provoca. En muchas situaciones, los indicadores serán de estructura y composición de la vegetación, que son características importantes del bosque en sí, y que además representan indirectamente las condiciones de hábitat de muchas especies que no se pueden monitorear directamente.

El manejo forestal cambiará el bosque en un grado, en términos generales, proporcional a la intensidad de intervención. Una de las claves para un monitoreo relevante es la determinación de cuánto cambio es aceptable y cuándo el cambio llega a ser inaceptable, por lo que deben modificarse las operaciones de manejo para mitigarlo. Entre las consideraciones que influyen en la definición de umbrales de cambio figuran la importancia de la conservación del bosque y la sensibilidad estadística del indicador.

El monitoreo sin objetivos claros ni metodologías adecuadas es una pérdida de tiempo y recursos, no una herramienta de manejo forestal. Si por razones logísticas y financieras un monitoreo relevante y práctico no se puede lograr en una operación de manejo determinada, es mejor no hacer nada, antes que fomentar una recolección de datos a ciegas y llamar a eso monitoreo.

La propuesta para el monitoreo ecológico del manejo forestal que esboza el presente artículo se presenta como un estímulo y primer paso para la incorporación del proceso al manejo forestal como herramienta útil. Tenemos en este momento información de validación de algunos de los enfoques que propone la Guía –la experiencia obtenida de Uaxactún–, pero somos conscientes de que es necesario avanzar más en este sentido y confrontar los enfoques propuestos con una mayor diversidad de condiciones.

Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes instituciones que por diversos medios hicieron posible este trabajo: WWF Centroamérica, Naturaleza para la Vida (NPV), PROARCA, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala (CONAP), Wildlife Conservation Society (WCS), Smartwood, Universidad de San Carlos, Proyecto Mejoramiento de la Competitividad y Desempeño Ambiental de Pequeñas y Medianas Empresas Forestales en América Central (FOMIN), Asociación de Comunidades Forestales de Petén (ACOFOP) y PROPETEN. En particular, quisiéramos también agradecer a las personas que dieron un valioso aporte a la Guía de Monitoreo, a través de sus comentarios y sugerencias brindados en los talleres y en las revisiones de los borradores. Ellos son: Lenín Corrales, Naikoa Aguilar-Amuchastegui, José Román Carrera, Gustavo Pinelo, Lincoln Quevedo, Claudio Méndez, Bastiaan Louman, Jeremy Radachowsky, Rudy Guzmán, Julio Morales, Mario Jolón, Kathleen McGinley, Julio Madrid y Manuel Manzanero.

Literatura citada

- Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger, S. 2004. Monitoreo ecológico en Bosques de Alto Valor para la Conservación manejados certificados por el FSC: Una guía para certificadores y manejadores de bosques en el trópico húmedo. WWF Centroamérica.
- FSC. 2000. FSC Principles and Criteria (en línea). Disponible en <http://www.fsc.org>. Consultado 17 oct. 2003
- Ghazoul, J; Hellier, A. 2000. Setting critical limits to ecological indicators of sustainable tropical forestry. *International Forestry Review* 2:243-253.
- Jennings, S; Nussbaum, R; Judd, N; Synnot, T; Azevedo, T; Brown, N; Colchester, M; Iacobelli, T; Jarvie, J; Lindhe, A; Vallejos, C; Yaroshenko, A; Chunquan, Z. Identifying High Conservation Values at a national level: a practical guide. Unpublished document. Oxford, United Kingdom, ProForest. (Unpublished document)
- Lindenmayer, DB; Margules, CR; Botkin, DB. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14: 941-951.
- McGinley, K; Finegan, B. 2002. Evaluación de la sostenibilidad para el manejo forestal: determinación de un estándar integrado y adaptativo para la evaluación de la sostenibilidad ecológica del manejo forestal en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CIFOR. 73 p. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 328).
- Morales, J; Radachowsky, J. 2003. Identificando Bosques de Alto Valor para la Conservación (BAVC): caso específico de la unidad de manejo Uaxactún, reserva de la Biósfera Maya (RBM), Petén, Guatemala. Informe a WWF Centroamérica. Flores y Santa Elena, Guatemala. Naturaleza para la Vida y Wildlife Conservation Society. 13 p. (sin publicar)
- Noon, BR; Spies, TA; Raphael, MG. 1999. Conceptual basis for designing an effectiveness monitoring program. In Mulder, B.S; Welsh, H.H; Spies, T.A; Reeves, G.H; Raphael, M.G; Palmer, C; Olsen, A.R. (Coords). The strategy and design of the effectiveness monitoring program for the Northwest Forest Plan. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-437. p. 21-48.
- Noss, RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- Pinelo, G; Radachowsky, J. 2003. Resultados del monitoreo ecológico en el bosque manejado en el año 2000, Uaxactún, Petén, Guatemala. NPV/WCS, WWF Centroamérica. 44 p. (sin publicar)
- Sheil, D. 2001. Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: realities, priorities and distractions. *Conservation Biology* 15 (4): 1179-1182.