

La alteración mundial de los bosques, desde el espacio

L. Laestadius, P. Potapov, A. Yaroshenko y S. Turubanova

Mediante la aplicación de un enfoque novedoso es posible examinar los indicios de alteraciones sufridas por el bosque y determinar la localización de los bosques no deteriorados.

La evaluación de la degradación de los bosques plantea dificultades a escala regional y mundial que responden a varias causas. La degradación es un concepto complejo y difícil de definir; además, la medición de la degradación como tal supone costos elevados. La escasa información de que se dispone acerca de este fenómeno es a menudo inadecuada, poco detallada, incompleta e incoherente, en particular cuando se refiere a zonas de jurisdicciones transfronterizas. La descripción de los aspectos no productivos de la degradación, como la biodiversidad, tiende a ser particularmente deficiente.

La observación satelital representa un enfoque prometedor para la recolección de informaciones sobre la alteración de los bosques. La disponibilidad y la calidad técnica de las imágenes por satélite aumentan constantemente, mientras su precio va en disminución. Mediante

estas imágenes es posible evaluar, a costos contenidos y con una cierta rapidez, paisajes extensos e incluso inaccesibles. Además, es posible acceder en archivos públicos a imágenes satelitales pretéritas (Landsat) que datan de hasta alrededor de 1980, lo que permite conocer los cambios que han tenido lugar a lo largo del tiempo.

Este artículo describe una tentativa de uso de imágenes por satélite para evaluar la degradación. El método que se analiza fue diseñado originalmente para cartografiar paisajes forestales intactos (PFI) (Yaroshenko, Potapov y Turubanova, 2001; Aksenov *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2002; Stritholt *et al.*, 2006; Potapov *et al.*, 2008), y es conocido como método PFI. El método y sus definiciones fueron elaborados específicamente para manejar imágenes por satélite, y difieren en consecuencia de los procedimientos que se utilizarían para las observaciones

Un paisaje forestal está dominado por bosques, pero puede también incluir zonas que están despojadas de árboles de forma natural, como estos humedales en el norte de la parte europea de la Federación de Rusia. El método PFI desvela los cambios visibles que ocurren en el paisaje forestal de resultas de la influencia del ser humano

Lars Laestadius es Investigador asociado principal del Instituto de Recursos Mundiales, Washington, D.C. (Estados Unidos de América).

Peter Potapov es Catedrático asociado de la Universidad de Maryland, College Park, Maryland (Estados Unidos de América).

Alexey Yaroshenko es Coordinador forestal de Greenpeace Rusia, Moscú (Federación de Rusia).

Svetlana Turubanova es Investigadora asociada de la Universidad de Maryland, College Park, Maryland (Estados Unidos de América).



V. KANTOR

desde tierra. Los resultados son replicables y coherentes, tanto en el tiempo como en el espacio —es decir, para un país, continente o el mundo—, en el mismo punto cronológico.

DEFINIR LA ALTERACIÓN DEL BOSQUE

El concepto de *paisaje forestal*, tal y como es utilizado aquí, se refiere a un mosaico intercalado nativo de diversos tipos de cubierta vegetal. Un paisaje forestal es un paisaje dominado por bosques, pero puede también comprender zonas no arboladas como pequeños lagos, humedales, ríos y afloramientos rocosos presentes de forma natural.

La degradación del bosque es un concepto ambiguo. Lo que para un individuo puede representar degradación puede significar mejora para otro; todo depende de la perspectiva que se adopte. Para los propósitos del presente artículo se usa la expresión más neutra de *alteración del bosque*, con la cual se busca designar todo cambio visible en el paisaje forestal que resulta de la influencia humana.

EL MÉTODO PFI

El método PFI consiste en dos componentes interdependientes: el método propiamente tal y un conjunto de definiciones y criterios. Para demostrar que un área no está intacta se usan criterios estrictamente definidos (véase el recuadro). Estas reglas han sido diseñadas con vistas a su aplicación en cualquier lugar del mundo y su fácil replicabilidad, lo que permite hacer evaluaciones repetidas a lo largo del tiempo y, además, someter el área forestal a comprobaciones independientes.

La lógica en la que se funda el método de evaluación tiene tres propiedades principales:

El paisaje se clasifica como un espacio que está bien alterado o bien no alterado (intacto). Aunque el método PFI puede ser adaptado para evaluar distintos tipos y grados de alteración, en este artículo la alteración responde a un criterio muy simple: un paisaje está o bien intacto o bien alterado.

Un PFI es una extensión de ecosistema natural ininterrumpida que no muestra signos de actividades humanas

Criterios definitorios

A. Alteración

Las porciones del área del estudio que mostraban indicios evidentes de importantes alteraciones de origen humano fueron consideradas áreas perturbadas y no adecuadas para su inclusión en un PFI. Tales indicios incluyen:

1. Los asentamientos humanos (comprendida una zona tampón de 1 km);
2. Las infraestructuras utilizadas para el transporte entre los asentamientos o para la explotación industrial de los recursos naturales. Constituyan indicios de presencia de infraestructuras los caminos (salvo las sendas sin asfaltar), las vías férreas, los cursos de agua navegables (comprendidos los cursos de agua costeros), las tuberías y las líneas de transmisión eléctrica (incluyendo, en todos los casos, una zona tampón de 1 km a cada lado);
3. Las plantaciones agrícolas y forestales;
4. Las actividades industriales realizadas durante los últimos 30 a 70 años, tales como la explotación maderera, la minería, la exploración y extracción de gas y petróleo y la extracción de truba;
5. Las zonas afectadas por incendios seguidos de regeneración en los últimos 30 a 70 años, siempre que estas zonas se encontraran en las cercanías de infraestructuras o de cinturones construidos.

La influencia humana que tuvo lugar en un pasado distante o que ha sido de baja intensidad se consideró un factor insignificante. Las porciones con estos tipos de influencia de fondo seguían siendo idóneas para figurar en el PFI. Las fuentes de este tipo de influencia podían ser el pastoreo difuso de animales domésticos, la corta selectiva de baja intensidad y la caza.

B. Fragmentación

Seguidamente, se evaluaron las porciones del área del estudio que seguían reuniendo las condiciones para formar parte de un PFI con el objeto de comprobar su grado de fragmentación. Fueron eliminadas las porciones que si bien hubieran podido ser seleccionadas eran demasiado pequeñas o estrechas. Un PFI debe cumplir con los criterios siguientes:

1. Tener una superficie de más de 50 000 ha;
2. Medir al menos 10 km en su parte más ancha (extensión que equivale al diámetro del círculo más grande que pueda caber dentro del sector forestal);
3. Medir al menos 2 km de ancho en las partes estrechas que conectan los sectores más anchos y en los apéndices.

importantes, y cuyas dimensiones son suficientemente grandes como para mantener toda su biodiversidad nativa, incluidas las poblaciones viables de muy diversas especies. En esta evaluación, un área intacta debía tener un tamaño de al menos 50 000 ha para poder ser considerada PFI.

Dos han sido los tipos de criterios utilizados. Se ha recurrido a dos tipos de criterios para diferenciar entre paisajes forestales intactos y no intactos: a) la alteración; y b) la fragmentación. Estos criterios se han utilizado en secuencia para determinar si el área podía o no ser considerada PFI.

En primer lugar, se valora el nivel de la degradación. Las partes alteradas de la zona estudiada se rechazan porque

no reúnen las condiciones que permiten su inclusión en el PFI. A continuación, las restantes son evaluadas según su grado de fragmentación. Una vez más, las partes que no cumplen con los criterios de selección se descartan.

El paisaje se considera intacto a menos que se pruebe lo contrario. La lógica de la evaluación funciona de modo parecido a un proceso judicial. La suposición inicial es que toda el área del estudio es «inocente», es decir intacta y no alterada. Luego, según el método PFI, se trata de probar que existen áreas «culpables» porque se han hallado indicios que apuntan a su alteración. Una vez eliminadas todas las áreas alteradas, solo quedan las que están intactas. Esta lógica se sustenta en el razonamiento de que es más fácil

descubrir testimonio de alteración y de fragmentación que demostrar su ausencia.

APLICACIÓN DEL MÉTODO PFI

El método PFI fue utilizado para evaluar la integridad ecológica de la *zona de paisaje forestal mundial*. La zona de paisaje forestal difiere de lo que la FAO denomina *zona forestal* porque incluye las áreas desprovistas de árboles presentes de forma natural en el ecosistema amplio llamado paisaje forestal. Las evaluaciones hechas en estos dos tipos de áreas no son por consiguiente comparables entre sí.

El límite de la zona de paisaje forestal fue definido de acuerdo con un conjunto de datos mundiales sobre la cubierta forestal que forma parte de los Campos continuos de vegetación global de 500 m obtenidos con MODIS (Hansen *et al.*, 2003). El bosque fue definido como una superficie dotada de cubierta forestal superior al 20 por ciento en el año 2000. Los bosques de menos de 4 km² fueron descartados. Los fragmentos de paisaje forestal de menos de 500 km² no fueron tomados en cuenta en el análisis.

La zona de paisaje forestal fue evaluada en dos etapas. En primer lugar, se realizó un análisis preliminar de la fragmentación a una escala de 1:500 000 o más fina en los países para los cuales se disponía de conjuntos de datos adquiridos mediante el sistema de información geográfica (SIG) y referidos a las infraestructuras de transporte y asentamientos humanos.

Proporción de la zona de paisaje forestal que ha sido alterada, por tipo de bosque

Tipo de bosque	Superficie total (Mha)	Superficie alterada (Mha)	Proporción alterada (%)	Superficie intacta (Mha)	Proporción de superficie intacta (%)
Bosque cerrado	2 748,4	1 901,3	69,2	847,1	30,8
Bosque abierto y monte claro	1 377,6	1 108,0	80,4	269,6	19,6
Zonas sin bosque de origen natural	1 461,5	1 265,3	86,6	196,2	13,4
Total de la zona de paisaje forestal	5 587,6	4 274,7	76,5	1 312,9	23,5

Las zonas cercanas a carreteras, tuberías, líneas eléctricas y asentamientos fueron eliminadas del área del estudio, lo que dio origen a un mosaico por fragmentación de la zona de paisaje forestal. El objetivo era distinguir fragmentos de paisaje libres de las principales infraestructuras y con una superficie superior a 50 000 ha. Las zonas que no cumplían con este requisito no siguieron siendo analizadas y fueron eliminadas, mientras que otras zonas fueron conservadas como candidatas para formar parte de un PFI.

La segunda etapa consistió en utilizar imágenes Landsat TM (Tucker, Grant y Dykstra, 2004) y ETM+ de alta resolución espacial y de cobertura mundial referidas a una fecha promedio de 1990 y 2000, respectivamente, con el fin de evaluar todas las demás potenciales áreas PFI, determinar sistemáticamente las zonas de alteración y delimitar con precisión cada PFI.

El análisis de las imágenes fue realizado por interpretación visual de

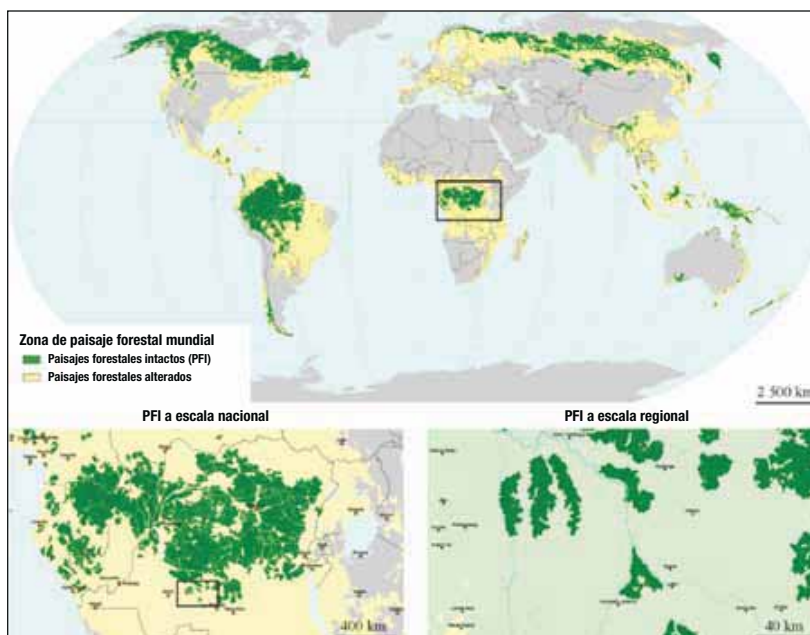
expertos recurriendo a superposiciones SIG y a estratos cartográficos temáticos y topográficos adicionales.

UNA EVALUACIÓN MUNDIAL DE LA ALTERACIÓN DEL BOSQUE

La superficie actual de la zona de paisajes forestales del mundo, tal como ha sido definida más arriba, es de 5 587,6 millones de hectáreas (Mha) y equivale al 37,3 por ciento de la superficie mundial total de tierras emergidas. Esta área puede ser dividida en tres tipos principales de ecosistema de acuerdo con su cubierta forestal (Hansen *et al.*, 2003):

1. *Bosque cerrado*, con una cubierta forestal de más del 40 por ciento (49,2 por ciento de la zona de paisaje forestal);
2. *Bosque abierto y monte claro*, con una cubierta forestal del 20 al 40 por ciento (24,7 por ciento de la zona de paisaje forestal);
3. *Zonas sin bosque de origen natural*, con una cubierta forestal de menos del 20 por ciento, por ejemplo, sabanas, pastizales, humedales, tierras agrícolas, ecosistemas de montaña o lagos (26,1 por ciento de la zona de paisaje forestal).

Los PFI representan el 23,5 por ciento de la zona de paisaje forestal (1 312,9 Mha). El remanente está afectado por la presencia de construcciones o la fragmentación (Figura 1). En el marco del método PFI esta parte se considera estar alterada. El grado de la alteración difiere según se trate de un ecosistema cerrado, abierto o no forestal (véase el cuadro).



1 Paisajes forestales intactos y alterados del mundo. Con el método PFI se obtienen mapas que aportan datos útiles para la planificación y el seguimiento de los bosques a escala mundial, nacional y regional. En el mapa de escala regional los bosques no intactos están en verde claro y las zonas sin bosque, en amarillo



2
Alteración del bosque expresada como proporción de los paisajes alterados de la zona de paisaje forestal de países seleccionados. Los países incluidos en el análisis se muestran en gris oscuro (62 países en total)

Aproximadamente dos tercios (69,2 por ciento) de los bosques cerrados del mundo son bosques no intactos. Existen más PFI remanentes en las tundras boreales y en las subtundras del norte que en el sur; una larga sucesión de actividades humanas ha causado la transformación de los terrenos boscosos originales y los ecosistemas de tipo sabana de los trópicos y estepas arboladas templadas en tierras cultivables, pastizales o formaciones arbustivas pirogénicas o comunidades de pastizal.

DATOS DE REFERENCIA NACIONALES

Se llevó a cabo una evaluación a nivel del país en la que solo fueron tomados en cuenta los países que tenían al menos una superficie de 10 millones de hectáreas de zona de paisaje forestal (Figura 2). En esos 62 países el bosque ha sufrido alteraciones en su casi totalidad, es decir que en 19 países de ese conjunto menos del 1 por ciento de la zona de paisaje forestal se mantiene como PFI. Este grupo se compone de países europeos con exclusión de Finlandia, la Federación de Rusia y Suecia, y de países africanos situados fuera de la cuenca del Congo. Los principales niveles de alteración —la proporción de los demás PFI oscila entre el 1 y el 10 por ciento de la zona de paisaje forestal— se observan en un grupo de 21 países. Este grupo comprende países africanos que se

encuentran en el borde del bioma forestal tropical húmedo, países centroamericanos, Europa septentrional y países del Asia sudoriental. La China y la India también forman parte de este grupo. Los restantes 22 países tienen una proporción de PFI que supera el 10 por ciento del total de la zona de paisaje forestal. Sin embargo, en solo 5 de estos —el Canadá, la Guayana francesa, la Guyana, el Perú y Suriname— la proporción de PFI es mayor del 50 por ciento.

Dos grupos diferentes de países destacan cuando se examina la composición de los PFI en cuanto a ecosistemas cerrados, abiertos y no forestales (véase la Figura 3). El primero está constituido por países desarrollados en los cuales la ordenación forestal se realiza con criterios industriales. En esos países los bosques más densos y productivos han sido alterados por efecto de la ordenación o han sido convertidos en terrenos de plantación. En los sitios donde la densidad natural del dosel es baja las superficies se han mantenido mayormente intactas porque, en términos de ordenación, el atractivo del bosque es menor. Como ejemplos se

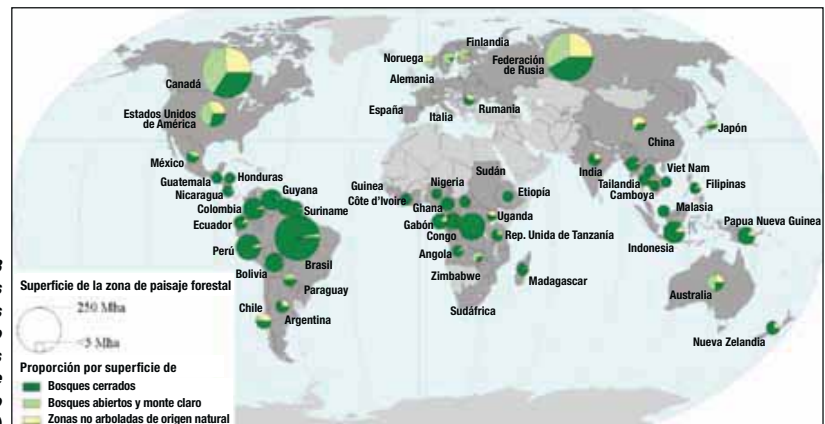
pueden mencionar las zonas montañosas, los humedales y la parte septentrional de la zona boreal.

Una pauta distinta predomina en el segundo grupo. En las zonas que lo componen, los bosques accesibles han sido talados con fines agrícolas o para el pastoreo, mientras que las extensiones inaccesibles de los bosques densos se han mantenido en gran medida intactas. Los bosques densos menos alterados se encuentran en países del África central, América Latina y en Papua Nueva Guinea. La gran proporción de bosques densos contenidos en los PFI de estos países los convierte en importantes reservorios de carbono, y su alteración conduciría a elevadas emisiones de dióxido de carbono.

EVALUACIÓN DEL MÉTODO PFI

El método PFI ofrece diversas ventajas para la evaluación de superficies extensas. Es adecuado para todos los países y continentes. Es barato de aplicar y puede ser aplicado rápidamente. Los datos de los que se precisa disponer se obtienen mediante imágenes de satélite, que son de dominio público y son gratuitas o tienen un costo bajo y que tiende a disminuir. La definición del método responde a criterios rigurosos. El método se presta a repeticiones y a verificación independientes. También es apropiado para las operaciones de seguimiento, que consisten en

3
Paisajes forestales intactos en países seleccionados y su composición por tipo de bosque. Los países incluidos en el análisis se muestran en gris oscuro (62 países en total)



replicaciones en distintos puntos cronológicos con la finalidad de medir los cambios ocurridos. El método puede ser adaptado y afinado, por ejemplo para evaluar paisajes de dimensiones más pequeñas, y sirve para evaluar paisajes remotos a los cuales no es posible acceder de otra manera. Los resultados son congruentes en toda el área del estudio (p. ej., un país o el mundo) y por lo tanto comparables entre sí. Los resultados son explícitos para un determinado territorio porque se presentan en un mapa suficientemente detallado para apuntalar las decisiones relativas a las prioridades de la conservación y las providencias que es necesario tomar. Del mapa se puede derivar fácilmente una información estadística. El método ha sido ensayado y está listo para usar.

La resolución y calidad de los mapas han sido consideradas suficientes para que los mapas pudieran ser usados como herramienta para apoyar las adquisiciones en condiciones de sostenibilidad de la madera que proviene de los bosques boreales. Por ejemplo, en el Canadá y la Federación de Rusia, el Consejo de Manejo Forestal está utilizando mapas producidos por medio del método PFI (Aksenov *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2002) como variable auxiliar para bosques dotados de grandes paisajes forestales, que son un tipo de bosque de elevado valor de conservación (FSC Canada, 2004; FSC Russia, 2008; FSC, 2006).

El método PFI también puede ser usado para hacer el seguimiento del proceso de expansión de la alteración forestal a lo largo del tiempo. Esto consiste simplemente en hacer mediciones en un punto cronológico diferente respecto a un punto de la línea de referencia del estudio, y comparar los resultados. En FAO (2009) se dan ejemplos de protocolos de seguimiento regional llevados a cabo en la parte noroccidental de la Federación de Rusia y en el África central.

Sin embargo, también existen factores limitantes. Para utilizar el método es necesario tener conocimientos de SIG y saber interpretar los datos de telepercepción. El método conviene solo para zonas grandes (provincias, países, regiones, el mundo). A causa de su carácter coherente, el PFI es insensible a las variaciones entre países en lo relacionado con el entendimiento de los conceptos de «no

alteración» y «alteración». Por ejemplo, en lo que respecta a la interpretación de las zonas quemadas, ¿podrían estas ser consideradas zonas no alteradas porque el fuego se ha debido a causas naturales, o, en cambio, habría que juzgarlas alteradas porque el fuego ha sido provocado por la acción del hombre? ¿Debería un PFI del tamaño más pequeño ser diferenciado en cuanto a su bioma (p. ej., los bosques boreales en contraposición con los bosques tropicales) o en cuanto a su régimen de perturbación natural (p. ej., la dinámica del fuego en contraposición con la dinámica de las brechas)?

El método PFI está sesgado hacia la sobreestimación de la superficie que se cartografía como PFI. Esto se debe a la lógica de la «presunción de inocencia». Las actividades humanas que influyen en el estado del bosque tales como la corta selectiva, la agricultura de corta y quema en pequeña escala o la caza (p. ej., la recogida ilegal de madera en el África central) —dificiles de detectar por satélite— pueden ser pasadas por alto, y, por consiguiente, una superficie alterada puede ser cartografiada como si se tratase de un PFI. La precisión de los resultados dependerá de la calidad y resolución espacial de las imágenes satelitales.

Una grave limitación del método tal y como ha sido usado en este estudio deriva de su naturaleza dual. La clasificación de los paisajes admite solo dos categorías: la de los paisajes intactos y la de los alterados. No se distingue ni el tipo ni el grado de la alteración. Sin embargo, el método puede ser modificado y ajustado a diversos propósitos. Su sensibilidad puede calibrarse en función de los tipos de alteración definiendo categorías adicionales menos estrictas, por ejemplo en cuanto a las dimensiones del sector o a la alteración que ha ocurrido dentro de los sectores. Podrían incluirse sectores más reducidos, en forma de fragmentos intactos, para evaluar paisajes más pequeños (Lee, Gysbers y Stanojevic, 2006; Mollicone *et al.*, 2007).

Cuando el método es aplicado por personal experto que conoce el paisaje objeto de la evaluación y tiene acceso a imágenes Landsat TM/ETM+ se pueden obtener resultados útiles sin necesidad de recurrir a verificaciones de campo. En determinados casos, la exactitud de

los resultados podría incluso ser mayor gracias a la realización de verificaciones de campo, por ejemplo cuando las imágenes obtenidas por satélite son de mala calidad, o cuando los indicios de la influencia humana son difíciles de detectar porque esta no es clara sino difusa o no es perceptible desde el espacio debido a su baja intensidad o a que es ocultada por el dosel. Existe un cierto grado de subjetividad en la determinación de los límites del PFI en las zonas de transición entre las áreas intactas y las perturbadas, en especial en los territorios no forestales, sabanas, monte claro o zonas de montaña. El trabajo de campo debería facilitar la comprobación e interpretación de los sitios importantes pero poco nítidos, en lugar concentrarse en el examen sistemático de una muestra aleatoria.

CONCLUSIONES

El método PFI es un procedimiento rentable para evaluar el grado de la influencia humana en un paisaje forestal extenso, bien tenga este la extensión de un país o del mundo. El método ha sido configurado para el uso de satélites como principal fuente de los datos, lo que reduce los costos y aumenta la rapidez de las operaciones. La precisión es mayor cuando los sitios se verifican selectivamente desde tierra. El resultado es un mapa que muestra la localización y límites exactos de los paisajes forestales intactos, es decir los sectores restantes de tierras inalteradas que están dentro la zona de paisaje forestal; y permite, al menos en el bosque boreal, guiar con suficiente precisión la adquisición de la madera. Este mapa constituye un instrumento de orientación para el diseño de las políticas y la fijación de prioridades, además de una referencia para el seguimiento de los cambios por aplicación repetida del método PFI a los paisajes forestales intactos. La diferenciación entre bosques intactos y no intactos que aquí se hace es coherente con la experiencia en materia de medición satelital de la deforestación, y permite obtener datos de base válidos para computar las pérdidas de carbono debidas a la alteración de los bosques.

Con el propósito de reflejar más exactamente la intensidad o el tipo de la alteración, el método puede ser afinado sin que sea necesario alterar su estructura lógica ni sus requisitos de datos; esto

hace que pueda ser aplicado para medir la intensidad de la alteración.

El aumento de la calidad de las imágenes de satélite, el abaratamiento de sus costos y la más fácil accesibilidad a dichas imágenes podrán traducirse en mejoras del método; los efectos de estas mejoras serán particularmente patentes en los trópicos húmedos, donde la nubosidad persistente dificulta la captura de imágenes.

La utilidad del método puede incrementarse mediante al menos tres tipos de disposiciones:

- **Creación de capacidades.** El técnico que utiliza el método PFI debe ser experto en dos áreas: la interpretación de imágenes satelitales y el SIG, y la ecología y ordenación forestales. Esta combinación de capacidades es rara, en particular en los países en desarrollo. Las campañas de formación concertada podrán ser ciertamente útiles en este campo.
- **Transparencia y revisión de los resultados.** Los resultados obtenidos con el método PFI son relativamente fáciles de comunicar y entender porque se pueden presentar cartográficamente. Los mapas deben ser revisados por expertos regionales y locales, además de por los propios interesados. Como tales, las dificultades logísticas que plantea un proceso riguroso de examen documental son numerosas, en particular en lo relativo a las evaluaciones regionales y mundiales. Los técnicos deberían poder examinar los mapas y formular sus comentarios y sugerencias a través de Internet. Por lo tanto, se necesita crear una plataforma Web para asegurar la transparencia y permitir la revisión de los materiales.
- **Financiación destinada al desarrollo y a la aplicación del método.** El método PFI ha sido elaborado gracias a la financiación de empresas y fundaciones del sector privado. Sería muy beneficioso que los gobiernos participasen en el desarrollo y en nuevas aplicaciones relacionadas con el método.

Para el caso del presente estudio, los autores prevén actualizar y perfeccionar periódicamente el mapa mundial de PFI con el fin de que este refleje las nuevas zonas de alteración. La mejora continua

de los sensores satelitales y las técnicas de análisis irán reduciendo gradualmente los esfuerzos que esta labor necesite. Un sitio Web especializado (www.intactforests.org), que permite a los usuarios ver el mapa PFI sobre un fondo de imágenes de satélite, ha sido dedicado al proceso de revisión cartográfica externa continua. ♦



Bibliografía

- Aksenov, D., Dobrynin, D., Dubinin, M., Egorov, A., Isaev, A., Karpachevskiy, M., Laestadius, L., Potapov, P., Purekhovskiy, A., Turubanova, S. y Yaroshenko, A.** 2002. *Atlas of Russia's intact forest landscapes*. Moscú, Global Forest Watch Russia (también disponible en: www.globalforestwatch.org/common/russia/Atlas_report_pdfs/Cover-032.pdf).
- FAO.** 2009. *Global mapping and monitoring the extent of forest alteration: the Intact Forest Landscapes Method*, por P. Potapov, L. Laestadius, A. Yaroshenko y S. Turubanova. Forest Resources Assessment Working Paper No. 166. Roma (también disponible en: www.fao.org/docrep/012/k7611e/k7611e00.pdf).
- FSC.** 2006. *Standard for company evaluation of FSC controlled wood*. FSC-STD-40-005 (Version 2-1) EN. Bonn, Forest Stewardship Council (también disponible en: www.fsc.org/fileadmin/web-data/public/document_center/international_FSC_policies/standards/FSC_STD_40_005_V2_1_EN_Company_Evaluation_of_Controlled_Wood.pdf).
- FSC Canada.** 2004. *National boreal standard*. Toronto, Canadá, Grupo de trabajo del Consejo de Manejo Forestal (también disponible en: www.fscscanada.org/docs/boreal%20standard.pdf).
- FSC Russia.** 2008. *Russian national Forest Stewardship Council standard*. FSC-STD-RUS-01 2008-11 Russian national standard ENG. Moscú, Iniciativa nacional rusa del Consejo de Manejo Forestal (también disponible en: www.fsc.ru/pdf/rnsen1.pdf).
- Hansen, M.C., DeFries, R.S., Townshend, J.R.G., Carroll, M., Dimiceli, C. y Sohlberg, R.A.** 2003. Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: first results of the MODIS vegetation continuous fields algorithm. *Earth Interactions*, 7:1–15. DOI: 10.1175/1087-3562(2003)007<0001:GPTCAA>2.0.CO;2.
- Lee, P., Aksenov, D., Laestadius, L., Nogueron, R. y Smith, W.** 2002. *Canada's large intact forest landscapes (a report by Global Forest Watch Canada)*. Edmonton, Global Forest Watch Canada (también disponible en: www.globalforestwatch.org/english/canada/pdf/Canada_LIFL-Text_Section.pdf).
- Lee, P., Gysbers, J.D. y Stanojevic, Z.** 2006. *Canada's forest landscape fragments: a first approximation (a Global Forest Watch Canada Report)*. Edmonton, Global Forest Watch Canada (también disponible en: www.globalforestwatch.ca/FLFs/GFWC-FLFs-firstapprox-150dpi.pdf).
- Mollicone, D., Achard, F., Federici, S., Eva, H.D., Grassi, G., Belward, A., Raes, F., Seufert, G., Stibig, H.-J., Matteucci, G. y Schulze, E.-D.** 2007. An incentive mechanism for reducing emissions from conversion of intact and non-intact forests. *Climatic Change*, 83: 477–493. DOI: 10.1007/s10584-006-9231-2.
- Potapov, P., Yaroshenko, A., Turubanova, S., Dubinin, M., Laestadius, L., Thies, C., Aksenov, D., Egorov, A., Yesipova, Y., Glushkov, I., Karpachevskiy, M., Kostikova, A., Manisha, A., Tsybikova, E. y Zhuravleva, I.** 2008. Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. *Ecology and Society*, 13(2). Disponible en: www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art51/.
- Strittholt, J., Nogueron, R., Bergquist, J. y Álvarez, M.** 2006. *Mapping undisturbed landscapes in Alaska: an overview report*. Washington, D.C., Instituto de Recursos Mundiales (también disponible en: www.wri.org/publication/mapping-undisturbed-landscapes-alaska-overview-report).
- Tucker, C.J., Grant, D.M. y Dykstra, J.D.** 2004. NASA's global orthorectified Landsat data set. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70: 313–322.
- Yaroshenko, A.Y., Potapov, P.V. y Turubanova, S.A.** 2001. *The last intact forest landscapes of northern European Russia*. Moscow, Greenpeace Russia and Global Forest Watch (también disponible en: www.globalforestwatch.org/english/russia/pdf/GFW_Russia_Report_en.pdf). ♦