

Análisis de la degradación del bosque en Nepal

K.P. Acharya, R.B. Dangi y M. Acharya

Una rica experiencia en la realización de inventarios forestales desde tierra ha permitido constituir una sólida base para la formulación de múltiples métodos destinados a medir la degradación del bosque.

Los bosques son parte integrante del sistema agrícola nepalés



FAO/DIRST

K.P. Acharya es Director General del Departamento de Parques Nacionales y Conservación de la Flora y Fauna Silvestres, Katmandú.

R.B. Dangi es Jefe de la Célula REDD de Actividades Forestales y Cambio Climático del Ministerio de Bosques y Conservación del Suelo, Katmandú.

M. Acharya es Ambientalista Adjunto de la Secretaría de la Red para la aplicación de la normativa sobre flora y fauna silvestres de Asia meridional, Departamento de Parques Nacionales y Conservación de la Flora y Fauna Silvestres, Katmandú.

Los bosques suministran una amplia gama de servicios de naturaleza regulatoria, cultural y de apoyo al bienestar humano, conocidos colectivamente como servicios ecosistémicos. La sostenibilidad de los ecosistemas forestales exige que las medidas de ordenación sean aplicadas cuidadosamente, que el aprovechamiento del bosque se lleve a cabo eficazmente y que gracias a las intervenciones de protección se consiga evitar la deforestación y la degradación forestal. En un país montañoso como Nepal, los bosques desempeñan un papel importante en el resguardo de las cuencas hidrográficas, en la conservación del suelo y en el mantenimiento de la biodiversidad; los bosques contribuyen además a la sostenibilidad de los medios de vida en las zonas rurales y a la conservación ambiental. Es pues urgente difundir un entendimiento común acerca de los efectos de la degradación forestal entre

los usuarios del bosque, los gestores forestales, los encargados del diseño de las políticas y los políticos con la finalidad de que pueda elaborarse una política pública apropiada para abordar este fenómeno.

Con el objeto de avanzar en la comprensión de la degradación y hacer frente a sus efectos, se pasan en revista en el presente artículo las anteriores evaluaciones de recursos forestales realizadas en Nepal y las metodologías y conclusiones en materia de degradación. Se sostiene que las imágenes por satélite junto con las encuestas sobre el terreno podrían representar un enfoque idóneo para abordar la degradación forestal en el país. Se discuten las causas principales de la degradación y los métodos para detectarla; y se sugiere que para cuantificar la degradación se puede recurrir a un método de valoración participativa referido a un índice de servicios ecosistémicos.

FUNCIÓN DE LOS BOSQUES EN NEPAL

La degradación del bosque en los países en desarrollo sigue siendo un fenómeno generalizado, insuficientemente entendido y escasamente cuantificado (Niles *et al.*, 2001). Se ha argumentado que una de sus principales causas es que el precio de los recursos forestales resulta tremendamente barato, lo que hace que dichos recursos sean infravalorados por la sociedad (Richards, 1994). En los países en los que el sector primario —el aprovechamiento de las materias primas que provienen de la tierra— representa el pilar de la economía nacional, y en particular en los países donde los recursos son recursos naturales terrestres como los bosques, estos son una fuente esencial de los ingresos nacionales y de las materias primas que sirven para la subsistencia en el medio rural.

En Nepal, la función de los bosques es especialmente evidente en comunidades rurales que dependen de los bosques para la obtención de activos como la energía, el empleo, los suplementos alimenticios, el agua potable sana y la buena salud —que son los elementos que conservan y mejoran los medios de vida. En esas comunidades los bosques forman también parte integrante del sistema agrícola. Por ejemplo, se ha calculado que para mantener una hectárea de arrozal en las zonas altas de Nepal se requieren hasta 50 ha de tierras forestales y de pastoreo (FAO, 1980), mientras que en el distrito de Middle Hills se necesitan tan sólo 3,5 ha (Wyatt-Smith, 1982).

Según datos del Inventario forestal nacional, se estima que los bosques y arbustos cubren en conjunto el 39,6 por ciento de la superficie del país; que la tasa de deforestación anual media es del 1,7 por ciento (DFRS, 1999; 2008), y que la degradación del bosque representa una grave amenaza para los medios de vida. Para formular y aplicar una política forestal pública apropiada es fundamental que las partes interesadas lleguen a un entendimiento común del significado de la degradación forestal.

HISTORIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES

Evaluaciones pasadas

En las evaluaciones realizadas durante los últimos 50 años la degradación del

bosque se ha descrito como la capacidad reducida del bosque de producir madera —reducción del volumen de la madera—, la reducción de cubierta arbórea, la reducción de la densidad arbórea y la reducción de la capacidad regenerativa del bosque. Las evaluaciones se han centrado en investigar la relación entre cubierta arbórea y volumen de madera comercial. Este enfoque no daba cuenta ni de la degradación en curso en los bosques de copa densa ni de la degradación del piso inferior. Tampoco se tomaban en consideración las distintas ventajas y desventajas relacionadas con los servicios ecosistémicos.

Con el fin de proporcionar una perspectiva común de los resultados de los estudios realizados durante aquel período se ofrece en esta sección una breve descripción de cada una de las principales evaluaciones de los bosques llevadas a cabo en Nepal. En las siguientes secciones y en los cuadros que las acompañan, los datos recogidos se analizan de acuerdo con los elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible y con la metodología utilizada para la recolección de los datos, la cubierta vegetal y la degradación del bosque, que se considera una función del incremento de la superficie de las tierras arbustivas. La sección concluye con un cuadro comparativo de los métodos que sirvieron para realizar las evaluaciones.

Encuesta sobre los recursos forestales, 1963/64

La Oficina de Estudios de Recursos Forestales realizó un primer inventario forestal entre los años 1963 y 1967. La evaluación se basó en fotografías aéreas captadas entre 1953 y 1958 y entre 1963 y 1964, en la interpretación visual de estas imágenes, y en el levantamiento de mapas e inventarios de campo. Las categorías de tierras estudiadas comprendían las tierras forestales, las de cultivo, las de pastizal, las urbanas, las que encierran recursos hídricos y las muy erosionadas y yermas. Los terrenos forestales se subdividieron en bosques comerciales y no comerciales (HMG, 1968; 1969; 1973). El inventario consistió en evaluar la extensión, por hectárea, de las superficies forestales y existencias en formación hasta los 10 cm de diámetro del extremo superior.

Proyecto de cartografía de recursos de tierras, 1978/79

Para la realización del Proyecto de cartografía de recursos de tierras se dispuso de financiación brindada por el Gobierno del Canadá. El objetivo del proyecto era elaborar mapas fidedignos del uso de las tierras forestales por tipo, composición, estructura y estado de degradación. El proyecto abarcó los años 1977 a 1984 (LRMP, 1986a; 1986b). Para la evaluación de los recursos forestales se recurrió a fotografías aéreas (1977-79) en combinación con comprobaciones en tierra, agrimensuras y mapas topográficos exhaustivos.

Plan maestro del sector forestal, 1968

El Plan maestro del sector forestal fue obra del Ministerio de Bosques y Conservación del Suelo. Los datos utilizados se basaron en la información contenida en el Proyecto de cartografía de recursos de tierras y en datos procedentes del inventario forestal del Departamento de Investigaciones y Estudios Forestales (MPFSP, 1989a; 1989b). El objetivo del Plan maestro era actualizar la información sobre los cambios registrados en los recursos forestales a lo largo del período en que se llevó a cabo el Proyecto de cartografía de recursos de tierras.

Inventario forestal nacional, 1994

El Inventario forestal nacional fue iniciado a comienzos del decenio de 1990 y completado en 1998, tomándose 1994 como año base (DFRS, 1999). El programa de inventariación fue llevado a cabo con el apoyo del Gobierno de Finlandia, y consistió en el análisis de imágenes satelitales provenientes de Landsat

Bosque infestado con la maleza Mikania micrantha en Nepal central. La salud y vitalidad de los bosques y la biodiversidad no suelen ser el propósito principal de las evaluaciones de los recursos forestales



CUADRO 1. Evaluaciones forestales nacionales en Nepal y sus vínculos con la ordenación forestal sostenible

Estudio	Elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible
Encuesta sobre los recursos forestales	1, 5
Proyecto de cartografía de recursos de tierras	1, 5
Plan maestro del sector forestal	1, 5, 7
Inventario forestal nacional	1, 5
Análisis del cambio de la cubierta forestal en los distritos de Terai	1
Valoración económica de los bienes y servicios ecológicos	2, 4, 5, 6, 7
Contribución del sector forestal al producto interno bruto en Nepal	2, 4, 5, 6, 7

Nota: Los elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible son los siguientes:

1. Magnitud de los recursos forestales; 2. Contribución al ciclo del carbono, a los bosques y al cambio climático; 3. Salud y vitalidad de los bosques; 4. Diversidad biológica; 5. Funciones productivas de los bosques; 6. Funciones protectoras de los bosques; 7. Funciones socioeconómicas de los bosques (FAO, 2011).

(un programa satelital de observación terrestre administrado en la actualidad conjuntamente por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] de los Estados Unidos de América y el Servicio Geológico de Estados Unidos [USGS]), en fotografías aéreas y en mediciones de campo.

Análisis del cambio de la cubierta forestal en los distritos de Terai, 1990/91-2000/01

Los distritos de Terai se encuentran cerca o en las zonas limítrofes de los montes Siwalik, en las estribaciones exteriores bajas del Himalaya. Este estudio, realizado por encargo del Departamento de Bosques, estimó la extensión de la cubierta forestal y la tasa anual de cambio en 20 distritos de Terai. Los cambios en la cubierta forestal fueron estimados por análisis de imágenes satelitales y comprobaciones en tierra (Departamento de Bosques, 2005).

Valoración económica de los bienes y servicios ecológicos, 2005

Este estudio, encargado por el Ministerio de Bosques y Conservación del Suelo, tenía por finalidad estimar el valor de los bienes y servicios ecosistémicos forestales de diferentes zonas ecológicas y regímenes de ordenación (MoFSC, 2005).

Contribución del sector forestal al producto interno bruto en Nepal, 2008

Este estudio buscaba determinar la contribución efectiva del sector forestal al producto interno bruto (PIB). Para calcularla se tomaron en consideración tanto los valores de uso como los valores pasivos. Los valores de uso incluían

bienes consuntivos tales como la madera, la leña, los materiales a base de pastos y piensos y los cojines vegetales, los productos forestales no madereros, la arena y las rocas. Los valores pasivos comprendían las actividades de esparcimiento, el ecoturismo, la conservación del suelo y la absorción de carbono (DFRS, 2008).

Vínculos con los elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible

La FAO (2011) define los siguientes elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible: magnitud de los recursos forestales; contribución de los bosques al ciclo del carbono; los bosques y el cambio climático; sanidad y vitalidad de los bosques; diversidad biológica; funciones productivas de los recursos forestales; funciones protectoras de los bosques, y funciones socioeconómicas de los bosques.

En el Cuadro 1 se describen los elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible que han sido abarcados en cada una de las evaluaciones realizadas hasta ahora. De acuerdo con las normas del marco formulado por la FAO, en las evaluaciones pueden no tenerse en cuenta la totalidad de los elementos enumerados. Las evaluaciones se centran en la extensión de la superficie forestal y en el volumen de la madera

CUADRO 2. Metodología utilizada para el examen de los estudios de evaluación forestal

Estudio	Criterios para la determinación de la degradación	Métodos
Encuesta sobre los recursos forestales	<ul style="list-style-type: none"> Clase de la masa (<10 por ciento del dosel arbóreo es área no forestal) y clase de densidad Arbustos y malezas Bosque invadido 	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de la media Interpretación visual de las fotografías aéreas Fotografías aéreas a escala de 1:12 000 a 1:60 000 Conteo de puntos Rectificación y ajuste del área Inventarios sobre el terreno en bosques comerciales
Proyecto de cartografía de recursos de tierras	<ul style="list-style-type: none"> Densidad de la masa Erosión de la superficie del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Interpretación visual de las fotografías aéreas (en blanco y negro, a escala de 1:20 000 a 1:50 000) Comprobación en tierra con helicóptero Agrimensura Mapas topográficos
Plan maestro del sector forestal	<ul style="list-style-type: none"> Cubierta de dosel Regeneración 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio teórico Interpretación visual de las fotografías aéreas y comprobación en tierra
Inventario forestal nacional	<ul style="list-style-type: none"> Dosel arbóreo y densidad de la masa 	<ul style="list-style-type: none"> Imágenes satelitales, sistema de información geográfica (SIG), mapas topográficos, datos de los lindes en formato de vectores Inventarios sobre el terreno Interpretación visual de las fotografías aéreas a escala de 1:50 000
Análisis del cambio de la cubierta forestal en los distritos de Terai	<ul style="list-style-type: none"> Dosel arbóreo 	<ul style="list-style-type: none"> SIG, análisis de imágenes satelitales y comprobación en tierra
Valoración económica de los bienes y servicios ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> Dosel arbóreo Valor de uso de los servicios ecosistémicos 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario forestal Cuestionarios Precio de mercado/substitutivos Transferencia de beneficios Existencias netas totales
Contribución del sector forestal al producto interno bruto en Nepal	<ul style="list-style-type: none"> Dosel arbóreo 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario forestal sobre el terreno Cuestionarios Precio de mercado Precio de mercado de los substitutivos Transferencia de beneficios Existencias netas totales

en pie. En ninguno de los informes de evaluación se incorporan las existencias de carbono, la biodiversidad, la sanidad y vitalidad de los bosques y las funciones protectoras de los bosques.

Metodología

La opinión generalizada es que medir la degradación del bosque es una tarea más complicada y dificultosa que medir la deforestación (Panta, Kyehyun y Joshi, 2008; Lambin, 1999; Souza *et al.*, 2003). En el Cuadro 2 se resumen los criterios y métodos usados en cada uno de los estudios para definir y evaluar la degradación.

El nivel de densidad de la copa es el principal criterio utilizado en las evaluaciones. Por consiguiente, parece que en estas últimas se acepta que por degradación del bosque se ha de entender la reducción del volumen de la madera, o quizá los cambios en las especies o en el tamaño y la estructura o en la capacidad del bosque de producir madera.

La densidad (troncos por hectárea) se vincula con la productividad del bosque o con el crecimiento y el potencial de rendimiento. Como variables sustitutivas se utilizan la cubierta forestal, el número de árboles maduros, el número de árboles preferidos, la densidad, el número de tocones, las existencias en formación, la capacidad regenerativa, la madurez del rodal, la poda, la composición de las especies, el pastoreo y la erosión superficial. El nivel de cubierta arbórea según el cual el terreno se designa como «zona forestal» es del 10 por ciento. En los estudios hay poca claridad en cuanto a la definición de conceptos como superficie forestal y superficie arbustiva; superficie arbustiva y zona con maleza, y bosque y bosque degradado.

Resultados: arbustos, malezas y degradación

La extensión de las tierras que entran en la categoría de superficie forestal y superficie arbustiva, respectivamente, se muestra en el Cuadro 3. En la Encuesta sobre los recursos forestales la diferenciación cualitativa de los terrenos forestales se basa en el tamaño del rodal, las clases de densidad, el cierre de copas y los volúmenes comercializables.

No existe una definición nacional clara de la degradación del bosque, y en las evaluaciones forestales nacionales

CUADRO 3. Extensión de la cubierta forestal y arbustiva en Nepal

Estudio	Tierras forestales	Tierras forestales	Tierras arbustivas	Tierras arbustivas	Total de las tierras forestales y arbustivas	Total de las tierras forestales y arbustivas
	Miles de ha	%	Miles de ha	%	Miles de ha	%
Encuesta sobre los recursos forestales	6 402	45,5	–	–	6 402	45,5
Proyecto de cartografía de recursos de tierras	5 616	38,1	689	4,7	6 285	42,8
Plan maestro del sector forestal	5 424	37,4	706	4,8	6 210	42,2
Inventario forestal nacional	4 268	29	1 560	10,6	5 828	39,6

CUADRO 4. Estimación del ritmo de la degradación forestal según el aumento de las tierras arbustivas

Estudio	Tierras arbustivas	Tierras arbustivas	Degradación del bosque (1978/79 a 1994) % por año
	Miles de ha	%	
Proyecto de cartografía de recursos de tierras	689	4,7	5,57
Inventario forestal nacional	1 560	10,6	

este concepto tampoco es enunciado de manera precisa. Más bien, la degradación es caracterizada por aspectos como la disminución del número de árboles, el número de árboles que han sido podados, las especies no deseadas, la alta presión de pastoreo, las especies inaceptables y las especies de matorjos. El bosque invadido se considera en el estudio un tipo de bosque degradado.

Según los distintos estudios, la superficie forestal total no ha variado mucho (Cuadro 3), aunque en ellos existe constancia de que la cubierta forestal ha sufrido degradación (Cuadro 4). Partiendo de la definición de tierra arbustiva del Departamento de Investigaciones y Estudios Forestales (DFRS, 1999) y de los datos de los estudios (Cuadros 3 y 4), se puede suponer que las tierras arbustivas son tierras forestales de las cuales los troncos han sido eliminados pero que han mantenido su cubierta vegetal leñosa. Por consiguiente, la tierra arbustiva puede ser vista como el resultado de la degradación del bosque o como un tipo de bosque degradado.

Comparando el estudio del Inventario forestal nacional con el Proyecto de cartografía de recursos de tierras, se comprueba que la zona clasificada como arbustiva aumentó en el 126 por ciento

entre 1978/79 y 1994 a un ritmo anual del 5,57 por ciento (Cuadro 4). No ha habido variaciones importantes en la superficie total de las tierras forestales y arbustivas. Sin embargo, en la estimación de la degradación no se incluye la degradación que sigue afectando a la categoría de las zonas de «bosque», es decir por encima de una cubierta forestal del 10 por ciento.

La definición de bosque degradado del Departamento de Bosques (2005) incluye las tierras arbustivas. No obstante, no resulta fácil comparar otros elementos de los inventarios porque las definiciones y su alcance son demasiado variados.

Métodos para la evaluación de la degradación

Los diferentes métodos de evaluación utilizados en los estudios se pueden agrupar en las siguientes categorías: fotografía aérea, encuestas sobre el terreno, imágenes por satélite y valoración de servicios ecosistémicos. En el Cuadro 5 se comparan las fortalezas y debilidades de estos métodos. El presente análisis permite llegar a la conclusión de que la exactitud de las evaluaciones es mayor cuando los métodos se combinan, y en particular cuando los datos de telepercepción son corroborados mediante la información terrestre.

DISCUSIÓN

Definición

Para el período 1978/79 a 1994, el ritmo promedio de conversión de los terrenos forestales en zonas arbustivas (5,57 por ciento por año) fue notablemente más rápido que el de la deforestación (1,7 por ciento por año). Estas estadísticas parecieran indicar que la degradación forestal sería el problema más importante y que sería necesario tomarlo en consideración al llevar a cabo iniciativas encaminadas a reducir las emisiones de carbono o a potenciar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas forestales.

Sin embargo no existe una definición mundialmente aceptada de degradación del bosque. En la literatura forestal tradicional se supone que los bosques en curso de degradación se caracterizan por la pérdida de la cubierta de dosel, la contracción de la población de especies arbóreas, la merma del potencial reproductivo, la escasa fuerza regenerativa y la pérdida de la capacidad de producir diversos productos forestales de consumo. En la literatura más reciente se añade la pérdida del potencial de fijación de carbono, de conservación de la biodiversidad, de captación y almacenamiento de agua, de provisión de servicios de esparcimiento,

etc. Estos atributos medioambientales también han sido considerados indicadores importantes de la degradación.

La carencia de una definición uniforme impide también la diferenciación entre tierra arbustiva y tierra forestal. En el Inventario forestal nacional las tierras arbustivas se describen como una zona forestal privada de troncos claramente definibles, mientras que en la evaluación del Departamento Forestal se consideran bosque degradado los terrenos con árboles dispersos o las tierras forestales con menos de 10 por ciento de cubierta de dosel —incluidas las tierras arbustivas—. Ninguna de estas evaluaciones ofrece una

CUADRO 5. Pertinencia de diferentes metodologías de evaluación de la degradación del bosque en Nepal^a

Metodología	Ventajas	Inconvenientes	Nivel de precisión	Costos	Consecuencias para Nepal
Fotografía aérea	<ul style="list-style-type: none"> Fácilmente entendida por la comunidad local Los efectos de la degradación forestal, como la modificación del dosel arbóreo, los cultivos migratorios y la fragmentación del bosque, son fáciles de demostrar Larga experiencia en el uso de esta técnica La infraestructura necesaria ya existe Requiere pocos insumos en materia de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> Difícil de aplicar en zonas de montaña Costos elevados Requiere tiempos de aplicación prolongados Casi en desuso; ha sido reemplazada con nuevas tecnologías No se dispone de fotografías aéreas recientes Algunos elementos de la degradación como el pastoreo, los daños ocasionados por el fuego, los productos forestales no madereros y los daños al piso inferior no son completamente detectables 	Alto	Altos	No existen fotografías aéreas recientes; técnica escasamente útil
Encuestas sobre el terreno	<ul style="list-style-type: none"> Los datos para realizar comparaciones existen Técnica más precisa Técnica ampliamente entendida Barata en cuanto a mano de obra Considerable experiencia en el uso de esta técnica Tecnología sencilla Captura todos los tipos de servicios ecosistémicos Las encuestas pueden ser llevadas a cabo a escala local a nacional Se dispone de estudios de caso y de datos de investigaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere más recursos Lleva mucho tiempo Difícil de aplicar en terrenos montañosos No se dispone de datos recientes 	Alto (el error tipo variaba entre 2,61 y 6,66 por ciento para los 4 volúmenes más elevados)	Medianos	Considerable experiencia en el uso de esta técnica; la mano de obra es barata; la comunidad está dispuesta a participar —una opción ventajosa
Análisis de imágenes satelitales y SIG	<ul style="list-style-type: none"> Universalmente uniformes Tecnología en rápido progreso Imágenes de alta resolución fácilmente interpretables Las imágenes de alta resolución pueden ser utilizadas como mapa para demostraciones Requiere un inventario forestal poco detallado 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere capacidades técnicas e infraestructuras En las zonas colinosas la nitidez de las imágenes es perturbada por la presencia de nubes, sombras y pendientes Existen pocas parcelas testigo para las comprobaciones terrestres Se dispone de imágenes que muestran las variaciones estacionales Existen pocos datos para reemplazar los inventarios terrestres Es difícil evaluar el piso inferior, incluidos los productos forestales no madereros 	Mediana a alta (67 a 98 por ciento para distinguir entre las distintas clases de densidad)	Bajos o medianos (de gratuito a moderadamente caro: Landsat a IKONOS)	Puede aplicarse en terrenos difíciles; requiere el desarrollo de capacidades; en combinación con encuestas sobre el terreno es una de las mejores opciones
Valoración de los servicios del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> Da cuenta del valor general del ecosistema forestal 	<ul style="list-style-type: none"> Técnicamente exigente Requiere disciplina en asuntos distintos de los forestales 	Mediana a alta	Bajos o medianos	Participación de la comunidad, valoración genuina de los servicios forestales

^a Elaboración basada en fotografías a escala de 1:12 000 a 1:60 000 y en imágenes Landsat TM.

definición clara, sencilla y coherente de bosque degradado y de tierra arbustiva.

El ámbito en el que se llevan a cabo los estudios agrega aún mayor variabilidad a la definición de degradación. Lo que se entiende por degradación en un contexto no corresponde necesariamente al significado de este concepto en otro. La escala y alcance de las mediciones de la degradación pueden variar según los cambios en los objetivos de la ordenación y los resultados que se espera obtener mediante los bosques.

Factores que impulsan la degradación

Aunque no se ha alcanzado un consenso acerca de lo que es la degradación, es necesario que las políticas intenten hacer frente a la degradación y se orienten en particular a combatir sus causas. Los instrumentos regulatorios y de mercado son generalmente bastante eficaces para abordarlas, siempre y cuando se disponga de políticas, instituciones y marcos jurídicos apropiados. Sin embargo, la influencia que puede ejercer la política es limitada. Por ejemplo, las causas de la degradación se pueden dividir sin demasiado rigor en las categorías de causas antropogénicas y causas naturales, aunque entre ellas no exista una clara demarcación. Ahora bien, las causas naturales podrían considerarse exógenas e incontrolables, y los instrumentos de política no servirían para controlarlas.

Las fuentes de la degradación se conocen comúnmente como «factores que impulsan la degradación». Los factores que se asocian habitualmente a las causas

antropogénicas pueden ser vistos como factores directos o indirectos. Los factores directos podrían incluir la extracción excesiva, los incendios intencionados, el pastoreo libre, la explotación selectiva de especies arbóreas de elevada calidad comercial, la explotación maderera ilegal, la invasión del bosque, los cultivos migratorios, la fragmentación del bosque, y otros más. Los factores indirectos podrían comprender la ineficacia del mercado, el desarrollo no planificado, el fracaso de las políticas, la debilidad de los derechos de tenencia y los vacíos de capacidad.

La vulnerabilidad de un bosque a dichos factores depende tanto de la intensidad y magnitud de cada uno de ellos como del nivel de su interacción con otros factores. No todos los factores pueden ser tenidos en cuenta en los métodos para detectar la degradación. La comprensión de los factores directos e indirectos de la degradación ayuda a estimar el alcance de la misma. Lo esencial es disponer de un procedimiento de medición idóneo (Cuadro 6). Aunque los factores de la degradación del bosque son complejos, los factores de degradación directos a menudo se pueden descubrir mediante la observación o el análisis de imágenes. Los indirectos son más difíciles de entender, y, por lo tanto, de someter a mediciones discretas.

En Nepal, y en particular en los llanos de Terai, la intrusión humana del bosque y la invasión del bosque por especies exóticas han surgido como factores importantes de la degradación.

Los asentamientos humanos ilegales impulsan la degradación y pueden conducir a la conversión permanente de las tierras forestales en tierras destinadas usos no forestales. La invasión y colonización del bosque por especies exóticas puede ocasionar una reducción paulatina del potencial de restauración ya que las infestaciones terminan afectando al bosque en su totalidad. Otro factor importante que impulsa la degradación es el fuego. Además, los bosques situados a elevadas altitudes sufren degradación por las actividades ganaderas; y en ellos, la densidad ganadera unitaria llega a equivaler a hasta nueve veces la capacidad de carga forestal (MoEST, 2008; MoFSC, 2002).

Indicadores

Las evaluaciones anteriores basadas en mapas espaciales y temporales de la situación del bosque indican que la degradación está ocasionando cambios en la estructura, funcionalidad y otras características del bosque. Sharma y Suoheimo (1995) comprobaron que alrededor del 45 por ciento de los árboles en los distritos de Makawanpur y Rautahat están dañados por la podredumbre. Acharya (2000) observó que la degradación de las existencias se debía a la explotación reiterada, y que esta daba origen a un cambio del tipo de bosque. El autor ilustra la transformación de un bosque de tipo Sal (>60 por ciento del área basal) en bosque de latifoliadas Sal Terai, y por último en bosque de latifoliadas Terai (área basal Sal (<20 por ciento).

CUADRO 6. Causas antropogénicas de la degradación del bosque y la posibilidad de detectarlas

Causas de la degradación	Nivel de importancia	Elemento clave de la degradación	Detectabilidad (1 = baja; 3 = alta)		
			Encuestas sobre el terreno	Fotografías aéreas	Imágenes
Sobreexplotación de productos de la madera	Alto	Dosel arbóreo, biomasa, piso inferior	3	2	1
Sobreexplotación de productos no madereros	Alto	Biomasa verde, densidad del dosel, diversidad de especies, piso inferior	3	1	1
Invasión del bosque (asentamientos u ocupación ilegales)	Alto	Dosel arbóreo, hábitat, biomasa, piso inferior	3	2	2
Sobrepastoreo	Alto	Suelo superficial, regeneración natural, hábitat	3	1	1
Desarrollo no planificado: caminos, energía hidroeléctrica, etc.	Alto	Dosel arbóreo, hábitat, especies comerciales, biomasa, fragmentación	3	3	3
Incendios forestales	Mediano	Piso inferior, biomasa, suelo, biodiversidad	2	1	2
Invasión y colonización por especies exóticas	Mediano	Biomasa, piso inferior, hábitat, biodiversidad	3	1	1
Plagas y enfermedades	Bajo	Biomasa	3	1	1

CUADRO 7. Métodos de encuesta y de medición para variables seleccionadas

Principales parámetros observados	Indicadores de la degradación	Fuente de los datos	Técnicas de detección o de medición
Atributos biológicos			
Dosel arbóreo	En disminución	IFN/PDSF/POBC	Análisis de imágenes/inventario sobre el terreno para la validación de los datos
Nivel de las existencias en formación	En disminución	IFN/PDSF/POBC	Análisis de imágenes/inventario sobre el terreno para la validación de los datos
Estructura del bosque	Regeneración escasa y carencia de rodales jóvenes	IFN/PDSF/POBC/DGE	Análisis de imágenes/inventario sobre el terreno para la validación de los datos
Composición de las especies	Abundancia de especies arbóreas de rango inferior	IFN/PDSF/POBC/DGE	Inventario forestal; observación sobre el terreno
Invasión y especies exóticas	Invasión por especies exóticas	POBC/DGE	Observación sobre el terreno
Atributos ambientales			
Conservación de cuencas hidrográficas	Erosión superficial en aumento	IFN/PDSF/POBC	Observación participativa
Absorción de carbono	Aumento de los incendios forestales y disminución de las existencias de carbono	FRA/PDSF/POBC	Inventario del carbono forestal
Biodiversidad	Merma de la abundancia de especies	FRA/PDSF/POBC	Inventario sobre el terreno
Captación y almacenamiento de aguas	Aguas contaminadas	DGE	Observación participativa; encuesta sobre el terreno
Capacidad de resiliencia	Escasa restauración forestal	DGE	Observación participativa
Conservación de la vida silvestre	Hábitat perturbado	DGE/observación	Observación participativa; encuesta sobre el terreno

Nota: IFN = Inventario forestal nacional; PDSF = Plan de distrito para el sector forestal (un enfoque integrado de la ordenación de los recursos forestales a nivel de distrito); POBC = Plan operacional para los bosques comunitarios (un plan de ordenación para los bosques comunitarios de duración determinada); DGE = debate en grupo especializado; FRA = Evaluación de los recursos forestales mundiales.

Para detectar la degradación se recurre a menudo a la cubierta de dosel como indicador sustitutivo, pero esto puede no ser suficiente para determinarla. La reducción del dosel se traducirá en una merma de la capacidad de absorción de carbono; en cambio, la capacidad de conservación de las cuencas hidrográficas y la biodiversidad pueden verse reforzadas. El piso inferior puede mantenerse inalterado. Sin embargo, la pérdida de vegetación del suelo o del piso inferior, que puede no ser detectada, también podría constituir un elemento de degradación puesto que afecta a la resiliencia del ecosistema (Cuadro 6). En consecuencia, las evaluaciones que se basan solo en el dosel arbóreo no son suficientes para detectar los factores que impulsan la degradación. Las evaluaciones mediante encuestas sobre el terreno,

en combinación con los datos de telepercepción, son las que producen una información técnicamente más sólida que retrata mejor los elementos clave de la degradación y sus consecuencias.

Valoración

El entendimiento de la degradación del bosque puede fundarse en indicios como la reducción de la capacidad del bosque de producir la totalidad de los servicios ecosistémicos; y por lo tanto una metodología completa para dar cuenta de este fenómeno debería incluir la comprensión y la valoración de la degradación sobre la base de la provisión de los mencionados servicios. Para medir la degradación de manera eficaz se debería recurrir a imágenes satelitales en combinación con encuestas sobre el terreno. Con el objeto de valorar los servicios ecosistémicos

y por ende también la degradación, se recomienda adoptar un método participativo, que consiste en capturar los factores de la degradación mediante una valoración exhaustiva de los servicios ecosistémicos (Cuadro 7).

El enfoque participativo se basa en un índice de los servicios ecosistémicos (ISE) forestales. El ISE es un valor de síntesis de los servicios ecosistémicos del bosque que mide el rendimiento promedio de los valores de uso de este. El ISE se define de acuerdo con la Evaluación de ecosistemas del Milenio (2005). El alcance de la degradación o de la mejora de la situación del bosque se estima por seguimiento y comparación con un índice base.

El buen uso del enfoque participativo requiere disponer de un conjunto de series ordenadas y de procedimientos de adquisición de información y de valores por defecto que permiten a los expertos interpretar los resultados obtenidos. Aplicado correctamente, este protocolo puede ser manejado sin dificultad por los servicios de la comunidad. Así, las personas de la localidad pueden tener una participación activa en el proceso de detección y de medición de la degradación.

CONCLUSIONES

En Nepal, la degradación forestal ha tenido consecuencias perjudiciales múltiples y superpuestas, de naturaleza ecológica, medioambiental y social. Entre las repercusiones ecológicas cabe mencionar la reducción del dosel arbóreo, la disminución de la calidad, estructura y composición del bosque, la merma de la capacidad productiva del bosque, el aumento de la presencia de especies invasivas y la pérdida de biodiversidad. En el medio ambiente los efectos han sido la erosión de los suelos, la fragmentación de los hábitats y el desplazamiento de la vida silvestre a causa de la aparición de obstáculos. Estos factores combinados han tenido efectos nocivos en la sociedad y en los medios de vida, conforme ha ido aumentando el número de catástrofes naturales y declinando la producción de los productos y servicios forestales.

Nepal ha acumulado una considerable experiencia en materia de inventarios forestales sobre el terreno, y los inventarios realizados en los últimos 50 años han hecho posible establecer una abundante

base de datos forestales. Los métodos usados han sido la fotografía aérea, los inventarios de campo y el análisis de imágenes de satélite. La posibilidad de elaborar mayormente la metodología para la evaluación de la degradación dependerá principalmente de la formulación de una definición consensuada del concepto de degradación que incluya toda la gama de condiciones biofísicas y socioeconómicas y, en particular, los servicios ecosistémicos. En Nepal se necesita en particular distinguir claramente entre zonas arbustivas y bosques degradados, y diseñar los métodos que permitan evaluar las primeras. Además, es necesario disponer de una metodología sólida para abarcar todo el espectro de factores que impulsan la degradación forestal.

Las metodologías actualmente en uso pueden ser mejoradas de dos formas. En primer lugar, las mediciones deben hacerse por medio de imágenes satelitales, que es preciso respaldar con inventarios en el terreno ya que así se combinan las fortalezas de ambos métodos. En segundo lugar, se debe adoptar un enfoque de valoración participativa de los servicios ecosistémicos para recabar información sobre el alcance de la degradación del bosque o de su mejora.

En Nepal se advierte la necesidad de desarrollar las capacidades para la gestión de los datos en el plano nacional y local, y de realizar estudios piloto para ensayar las metodologías y reunir información sobre la degradación forestal. Para entender más cabalmente el fenómeno de la degradación es fundamental adquirir un compromiso político y elaborar una estrategia nacional que promueva el conocimiento de los factores que determinan la degradación y facilite la adopción de métodos para detectarla; pero también se necesita disponer de los recursos que permitan alcanzar estos objetivos. Solo entonces se podrá implantar un sistema eficaz de seguimiento de la degradación forestal. ♦



Bibliografía

Acharya, K.P. 2000. Unfavourable structure of forest in the Terai of Nepal needs

immediate management. *Banko Janakari*, 10(2): 25–28.

DFRS (Departamento de Investigaciones y Estudios Forestales). 1999. *Forest resources of Nepal (1987–1998)*. Publication No. 74. Katmandú, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation & Forest Resource Information System Project, Government of Finland.

DFRS. 2008. *Contribution of forestry sector to gross domestic product in Nepal*. Katmandú, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation, His Majesty's Government of Nepal.

Department of Forests (Departamento de Bosques). 2005. *Forest cover change analysis of the Terai districts (1990/91–2000/01)*. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation, Department of Forests, His Majesty's Government of Nepal.

Evaluación de ecosistemas del Milenio. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC, Island Press.

FAO. 1980. *Agronomy research in the Hill Areas of Nepal*. Hill Agricultural Development Project. Informe final, por P.T.S. Whiteman. Katmandú.

FAO. 2011. *¿Qué es la ordenación forestal sostenible?* Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/sfm/24447/es/>

His Majesty's Government of Nepal (HMG). 1968. *Forest statistics for the Terai and adjoining regions, 1967*. Forest Resources Survey. Katmandú, Forest Resources Survey Office.

HMG. 1969. *Timber resources and development opportunities in the Lower Bheri and Karnali watersheds*. Forest Resources Survey No. 6. Katmandú, Forest Resources Survey Office.

HMG. 1973. *Forest statistics for the Hill Region, 1973*. Forest Resources Survey. Katmandú, Forest Resources Survey Office.

Lambin, E.F. 1999. Monitoring forest degradation in tropical regions by remote sensing: some methodological issues. *Global Ecology and Biogeography*, 8(3–4): 191–198. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1999.00123.x.

LRMP (Proyecto de cartografía de recursos de tierras). 1986a. *Land Utilisation Report*. Katmandú, HMG, Survey Department & Kenting Earth Sciences Limited.

LRMP. 1986b. *Summary Report*. Katmandú, HMG, Survey Department & Kenting Earth Sciences Limited.

MoEST (Ministerio de Medio Ambiente, Ciencia y Tecnología). 2008. *State of the Environment (Agriculture, Forest and Biodiversity)*. Katmandú, Ministry of Environment, Science and Technology.

MoFSC (Ministerio de Bosques y Conservación del Suelo). 2002. *Nepal Biodiversity Strategy*. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation.

MoFSC. 2005. *Economic valuation of ecological goods and services*. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation.

MPFSP (Plan maestro del sector forestal). 1989a. *Master Plan for Forestry Sector: Main Report*. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation.

MPFSP. 1989b. *Master Plan for Forestry Sector: Forestry Resource Information and Planning Report*. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation.

Niles, J.O., Brown, S., Pretty, J., Ball, A. y Fay, J. 2001. *Potential carbon mitigation and income in developing countries from changes in use and management of agricultural and forest lands*. Centre for Environment and Society Occasional Paper 2001-04. Essex, Reino Unido, Universidad de Essex.

Panta, M., Kyehyun, K. y Joshi, C. 2008. Temporal mapping of deforestation and forest degradation in Nepal: applications to forest conservation. *Forest Ecology and Management*, 256: 1587–1595. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.07.023.

Richards, M. 1994. Towards valuation of forest conservation benefits in developing countries. *Environmental Conservation*, 21(4): 308–319. DOI: 10.1017/S0376892900033610.

Sharma, S. y Suoheimo, J. 1995. *Observation on rot in Sal forests in the Terai*. Forest Management and Utilization Development Project Working Paper No. 20. Katmandú, Ministry of Forests and Soil Conservation & Finnish International Development Agency.

Souza, C. Jr., Firestone, L., Silva, L.M. y Roberts, D. 2003. Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT4 through spectral mixture models. *Remote Sensing of Environment*, 87(4): 494–506. DOI: 10.1016/j.rse.2002.08.002.

Wyatt-Smith, J. 1982. *The agricultural system in the hills of Nepal: the ratio of agricultural to forest land and the problem of animal fodder*. Agricultural Project Services Centre Occasional Paper 1. Katmandú, Agricultural Project Services Centre. ♦