

México, ante los desafíos de desarrollo del milenio

Elena Zúñiga Herrera
(Coordinadora)



Consejo Nacional de Población

© CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN
Ángel Urraza 1137, Col. del Valle
C. P. 03100, México, D. F.
<<http://www.conapo.gob.mx>>

México, ante los desafíos de desarrollo del milenio

Primera edición: diciembre de 2005
ISBN: 970-628-845-7

Portada: Maritza Moreno Santillán

Diseño y formación: Maritza Moreno Santillán,
Myrna Muñoz Del Valle

Se permite la reproducción total o parcial
sin fines comerciales, citando la fuente.
Impreso en México

Las opiniones vertidas en este libro son
responsabilidad de los autores y no reflejan
necesariamente la opinión
del Consejo Nacional de Población.

Situación actual y prospectiva del cambio de la cubierta vegetal y usos del suelo en México

Alejandro Velázquez, Elvira Durán,
Jean François Mas, David Bray y Gerardo Bocco

Resumen ejecutivo

“Más Allá de las Metas de Desarrollo del Milenio” es un proyecto que responde al compromiso del gobierno mexicano con la “Declaración del Milenio”, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2000. El presente capítulo se enmarca específicamente en las metas de la Declaración referentes a la protección del medio ambiente y el esfuerzo por garantizar el uso sostenible de los recursos naturales. Se ha desarrollado un diagnóstico del estado actual de la cubierta vegetal en México y un análisis de los cambios que el país ha experimentado en las últimas décadas y de cómo esto podría repercutir en el futuro. El propósito es mostrar un panorama de los desafíos que en materia ambiental enfrentará la sociedad mexicana en los próximos años, relacionada con el estado actual de sus bosques y otras coberturas de vegetación oriunda y las tendencias de cambio que podrían experimentar. El trabajo consta de una revisión y análisis de la literatura disponible sobre el tema a nivel mundial y nacional. El estudio va dirigido, principalmente, a encargados de la administración pública de los niveles federal, estatal y municipal, cuyas decisiones trascienden en las políticas ambientales y las iniciativas para el manejo sustentable de los recursos naturales. Se trató de reducir al mínimo el lenguaje técnico, sin embargo, el texto contiene definiciones y otra información básica para analizar de manera crítica las cifras que se proporcionan.

El análisis de las coberturas de vegetación y los usos del suelo, así como de sus procesos de cambio a través de determinados periodos de tiempo, permite tener un diagnóstico del estado del capital natural. Se trata de un tema de creciente interés entre los gobiernos locales, regionales (nacionales) y globales (internacionales), así como entre agencias no gubernamentales con interés en el medio ambiente. Los avances tecnológicos han sido de gran utilidad para efectuar este tipo de diagnósticos, principalmente la disponibilidad de insumos de percepción remota (imágenes de satélite) y los mecanismos para su análisis (sistemas de información geográfica SIG). Sin embargo, y en especial en México, el uso indiscriminado de la tecnología ha propiciado la abundancia de cifras y diagnósticos, que no siempre corresponden con lo que está ocurriendo, o bien, que no son correctamente interpretados. El hecho de contar con distinta información, pero no siempre con una clara certeza de su confiabilidad, además de generar sesgos y politización en el uso de las cifras, limita el contar con información esencial para el ordenamiento territorial y la planeación estratégica para alcanzar escenarios futuros deseables. La baja confiabilidad de las cifras ha generado fuertes cuestionamientos y debates entre los proveedores y usuarios de dicha información. Por tal razón, en la sección metodológica del trabajo, explicamos algunos aspectos técnicos que son importantes considerar al hacer un análisis crítico de la información disponible, particularmente, en lo que se refiere a México.

Cualquier cambio en las coberturas de vegetación tiene una serie de implicaciones ambientales; en caso de ser "negativas" o tendientes al deterioro pueden repercutir directa o indirectamente en la calidad de vida de la población. A nivel mundial, cada vez ha sido más reconocida la creciente tendencia a la deforestación (pérdida de las coberturas de vegetación nativa a usos antrópicos) y, aunque en algunos casos estos cambios son parte de las estrategias de programas productivos, en la mayor parte de los países, incluido México, la deforestación es comúnmente producto de una incorrecta o inexistente planeación del uso del territorio. En estas circunstancias, es usual que la deforestación está ligada con el desencadenamiento de múltiples problemas ambientales como el cambio climático global y la pérdida de la biodiversidad. La literatura en torno a la deforestación es muy abundante, en comparación con la información sobre el proceso opuesto, la re-vegetación o recuperación de las coberturas. Por las razones anteriores, comúnmente predomina una visión "realista", y a veces un poco pesimista acerca del futuro; aunque hay sobradas razones para ello, es innegable que tanto en países desarrollados, como en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo se deben tener en cuenta los ejemplos positivos y los esfuerzos por conciliar la interacción de las distintas sociedades humanas con su entorno natural.

México está considerado entre los cinco países con mayor biodiversidad a nivel mundial, gran parte de las especies de plantas y animales se albergan en los distintos ecosistemas con que cuenta, lo cual en conjunto constituye un valioso capital natural. En el año 2000, se estimó que más de 60 por ciento del territorio nacional presentaba algún tipo de cobertura nativa, principalmente de bosques templados y tropicales y matorrales. Estas coberturas son los distintivos de la mayor parte de los paisajes mexicanos, aunque debido a que los pastizales y cultivos ocupan cerca de 34 por ciento de la superficie nacional hay regiones donde se mezclan las coberturas nativas con los usos antrópicos, y otras donde predominan los paisajes antrópicos. Mediante los análisis de cambio en las coberturas y usos del suelo, se han estimado cifras de cómo ha cambiado la superficie de las coberturas nativas y, no obstante las controversias, hay consenso de que México destaca entre los países de Latinoamérica por sus altas tasas de deforestación (-0.43 % anual). Cabe destacar que la deforestación es mayor y más acelerada, en relación a la media nacional, en los bosques tropicales (-0.75% anual), donde se alberga gran parte de la biodiversidad. El proceso opuesto, denominado re-vegetación o recuperación de las coberturas ha sido, en general, escasamente documentado y dado que ocurre en menor magnitud que la deforestación, comúnmente no se le reconoce en los diagnósticos o se le da muy poca atención. A diferencia de la deforestación, la re-vegetación no parece ser un proceso generalizado en el país, pero es innegable que está ocurriendo en múltiples espacios bajo jurisdicción indígena y ejidal y es un signo alentador hacia el futuro, que debería analizarse con más atención.

A partir de las tasas de deforestación estimadas para un periodo de 24 años (1976 al año 2000) se hicieron previsiones para 2020. De ocurrir lo que se prevé, en las próximas décadas importantes regiones del país continuarán perdiendo coberturas nativas. En 2020, las coberturas de vegetación sólo ocuparán cerca de la mitad de la superficie del país y, en su mayoría, estarán en estados secundarios y con fragmentación. En consecuencia, es probable que en algunas regiones se incremente el deterioro ambiental como desequilibrio o pérdida de algunos servicios ambientales; entre ellos, la provisión de agua, erosión, riesgos ambientales, disminución de la captura de carbono (y contri-

bución al calentamiento global) y pérdida de biodiversidad. En dirección opuesta, y aunque no se cuenta con previsiones cuantitativas, es esperable que otras regiones habrán mantenido o mejorado las condiciones ambientales en relación con lo que actualmente registran. De esta manera, áreas que fueron abandonadas por los campesinos que migran a las ciudades o a Estados Unidos habrían recuperado sus coberturas nativas. Los bosques bien manejados, donde las comunidades locales son las principales vías de resguardo, pasarían a incrementar importantes áreas forestales en el país y, con ello, volúmenes de madera para abastecer parte de las demandas del mercado. En caso de ser mantenidos o aumentados los esfuerzos gubernamentales en presupuesto y recursos humanos y mejorado el marco legal, las áreas naturales protegidas albergarían hábitats con muy poco impacto por parte del hombre; mientras que para las próximas décadas, en las plantaciones forestales se estaría resguardando miles de hectáreas con árboles comerciales. Muy probablemente, en caso de que haya sobrevivencia, parte de la reforestación que anualmente se realiza podría reflejarse en etapas más avanzadas de desarrollo de los árboles.

Ante el panorama de lo que probablemente se presente a futuro en México, surgen inquietudes acerca de las condiciones del país que son más deseables y qué plan estratégico se debería desarrollar para llegar a ellas. Aunque este es un tema sumamente complejo, es un hecho que además de un buen diagnóstico de las coberturas de vegetación y usos del suelo, se deben considerar aspectos técnicos, sociales, económicos y políticos. Las diferentes instancias de planeación y ejecución de la política ambiental deberían fortalecer los mecanismos para efectuar diagnósticos y monitoreo de la cubierta vegetal (formación de recursos humanos y de infraestructura), tanto a nivel nacional como en los estados, regiones y municipios. Por otra parte, la información técnica existente, más allá de limitarse a controversias, debería usarse como una herramienta de apoyo a la planeación en los proyectos de desarrollo regional actuales.

Considerando que el capital social es clave para mantener el capital natural del país, se debe reconocer a los sectores sociales que hacen uso del territorio y sus condiciones socio-económicas, así como la situación legal de la tenencia de la tierra y la manera en que está operando actualmente. Esto, debido a que se estima que cerca de 80 por ciento de los bosques y otras áreas con vegetación nativa son propiedad colectiva y pertenecen a comunidades y ejidos. Desde ciertas perspectivas políticas y económicas, la propiedad colectiva se ha señalado como un problema para el manejo de los recursos naturales; sin embargo, existen numerosos ejemplos de manejo forestal comunitario organizado en México, particularmente en regiones con alta biodiversidad en estados como Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Quintana Roo. En estos casos se ha documentado que las coberturas de bosque se han mantenido e incluso incrementado, no obstante que los habitantes locales hacen uso regular de los recursos naturales para fines comerciales y de consumo interno.

Debido a la evidente crisis ambiental y notable pérdida de bosques a nivel nacional, es claro el consenso entre los diferentes sectores del país de sumarse a los esfuerzos internacionales. Por tanto, los retos y compromisos derivados de los Objetivos de Desarrollo del Milenio acerca de la protección del medio ambiente de ninguna manera son impuestos a la sociedad mexicana y, de asumirse, tendrían profundas implicaciones en las políticas públicas.

Antecedentes

La protección del medio ambiente y garantizar su uso sostenible son algunas de las metas que figuran en la "Declaración del Milenio" (resolución 55/2), la cual fue aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 8 de Septiembre del año 2000. A través de dicha aprobación, el gobierno mexicano se comprometió a dar cabal cumplimiento a lo establecido en la "Declaración del Milenio".

Un aspecto fundamental al pretender promover iniciativas para la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales es contar con diagnósticos confiables actualizados. Por tal razón, en este capítulo nos enfocamos a dar un panorama general del estado actual de los bosques y otras coberturas en México. Adicionalmente, se presenta un análisis temporal de las tendencias de cambio en las pasadas décadas (1976 a 2000) y una prospección al futuro (al año 2020). A grandes rasgos se puede decir que hay tres elementos importantes en la consideración de tendencias en los bosques del país: 1) la acelerada dinámica con que ocurre la deforestación, 2) la latente recuperación "pasiva" de los bosques y otras coberturas, debida a procesos no intencionados como la migración de los campesinos, y el consecuente abandono de sus parcelas, o las iniciativas locales que a muy pequeña escala están realizando acciones en pro del mantenimiento y la conservación de la vegetación nativa, y 3) el amplio régimen de propiedad común en los bosques de México (ejidos y comunidades) y las condiciones socioeconómicas en que este sector se encuentra. De esta manera, los pobladores locales dueños de los bosques y de otras áreas con vegetación nativa, no deben ser excluidos de ninguna iniciativa para el manejo actual y futuro de estos ecosistemas.

El propósito de proporcionar información sobre el estado actual de los bosques y sus tendencias a futuro, así como de hacer su análisis (tanto desde el punto de vista técnico, como de sus implicaciones ambientales, sociales y políticas), es dar argumentos a los tomadores de decisiones de las esferas federal, estatal y municipal para que sustenten en datos la formulación y seguimiento de las políticas ambientales y las iniciativas para el manejo sustentable de los recursos naturales. Aunque cabe reconocer que de ninguna manera sugerimos que los problemas ambientales de México se restrinjan a los bosques o a la permanencia de la vegetación, es innegable que la estabilidad de los ecosistemas oriundos son claves en cualquier estrategia de política ambiental.

El presente capítulo consta de cuatro secciones centrales. La primera introduce la problemática del deterioro ambiental, la deforestación y sus implicaciones ecológicas, productivas y sociales, tanto a un nivel global, como nacional. Asimismo, en un sentido opuesto, proporciona ejemplos reconocidos sobre la recuperación de coberturas de bosques en otros países y en México. Por la importancia del tema, también discutimos brevemente algunas de las implicaciones del régimen de propiedad común de gran parte de los bosques de México. La sección sobre metodología presenta de manera general la aproximación que, de acuerdo a los autores, es técnicamente más confiable para efectuar estimaciones de la cobertura de bosques y de los procesos de cambio a que están sujetos. Cabe reconocer que existe información sobre el tema proveniente de otras aproximaciones metodológicas, pero en cualquier caso se recomienda que los usuarios de la misma efectúen una revisión crítica de su calidad técnica y confiabilidad antes de adoptarla como una referencia. La tercera sección presenta un diagnóstico del escenario actual y proporciona cifras de las coberturas de vegetación nativa y, en un sentido amplio, de la deforestación y de los niveles de re-vegetación de coberturas. Adicionalmente, se ofrecen datos prospectivos de las coberturas y usos del suelo para el país en el

año 2020. Dicha prospección consiste en una estimación de las tendencias futuras, bajo el supuesto de que las tasas de cambio estimadas para el periodo 1976-2000 se mantendrán en los próximos años. Finalmente, la cuarta sección hace una discusión de los resultados y se plantea una serie de recomendaciones basadas en la experiencia de los autores, en la información provista en el diagnóstico y en una revisión detallada y actualizada de la literatura sobre el tema.

Introducción

El hombre, durante las últimas décadas, se ha convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas, superando por mucho el efecto de eventos naturales como los huracanes, incendios, plagas, etcétera. La acción humana es responsable de la pérdida de un tercio a casi la mitad de la cubierta forestal original del planeta (Noble y Dirzo, 1997; Cincotta *et al.*, 2000). Esta pérdida de la cubierta forestal y de muchas otras coberturas nativas disminuye el hábitat que ofrecen sus ecosistemas y con ello, pone en riesgo gran parte de su reserva genética inherente y el potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales que proporcionan (Velázquez *et al.*, 2002). Este detrimento del capital natural afecta a los bosques en general (Mayer *et al.*, 2005; FAO, 2005a), pero se acentúa en forma alarmante en gran parte de los bosques tropicales de África, Asia y Latinoamérica (Mayaux *et al.*, 2005).

Los ritmos de deforestación de los bosques tropicales para el periodo 1964-1973 se calcularon en 21 ha/minuto, lo que significó una disminución anual de aproximadamente 11 millones de hectáreas. Posteriormente, para el periodo 1981-1990, se estimó que la conversión mundial de coberturas forestales primarias tropicales a coberturas antrópicas se incrementaría, alcanzando en promedio 15.5 millones de hectáreas al año, con una tasa anual de pérdida de 0.8 por ciento. En Latinoamérica, la FAO (1995) estimó que para finales del siglo XX los bosques y selvas se reducirían a 53 por ciento de la cobertura original, siendo Brasil, México y Costa Rica los focos de mayor transformación, debido a que contribuirían con 32 por ciento del total estimado.

Como una respuesta ante el proceso de deterioro ambiental y la pérdida de hábitats naturales, se ha adoptado una política de conservación a nivel mundial que promueve, por encima de otras medidas, el decreto de áreas naturales protegidas (ANP). Aunque las ANP han sido consideradas como un modelo eficiente para la conservación de los diferentes ecosistemas (Bruner *et al.*, 2001); para los trópicos, con particulares excepciones, las ANP no parecen asegurar la permanencia del capital natural (Vanclay, 2001; Hansen y Rotella, 2002; Curran *et al.*, 2004). En general, la literatura concluye que el modelo existente de ANP ha sido exitoso en aquellos lugares en donde las demandas socio-económicas son abastecidas por ingresos provenientes de actividades secundarias y terciarias (comercio, manufactura, industria). Por el contrario, en lugares donde las demandas socio-económicas se nutren de las actividades primarias (directamente del manejo de los recursos naturales), las ANP han propiciado más conflictos que beneficios, con drásticas consecuencias sociales y ambientales (Brandon *et al.*, 1998; Schwartzman *et al.*, 2000; Balmford *et al.*, 2002). Más allá de la controversia sobre la eficiencia de las ANP, es innegable la necesidad de contar con alternativas adicionales para la conservación de la biodiversidad, de los hábitats y para el uso racional de los recursos naturales para las regiones tropicales y subtropicales. Esto, debido a que en ellas se albergan gran parte de la biodiversidad, pero irónicamente es donde se registran las tasas más significativas de pérdida en las coberturas naturales (FAO, 2002).

En el sentido opuesto a la deforestación, la recuperación de las coberturas de bosque ha recibido menos atención como un fenómeno global (Mayaux, 2005). Esto, es debido, en parte, a que la recuperación no está ocurriendo a niveles comparables con los de la deforestación, de manera que pudiera amortiguar la pérdida de los bosques; pero también porque es un proceso que ocurre predominantemente en países desarrollados como Austria, Estados Unidos, Finlandia, etcétera y en bosques templados sumamente menos diversos que los bosques tropicales (Foster y Aber, 2005; Krausmann et al., 2005; Mayer et al., 2005; Petek y Gabrovec, 2005).

Sin embargo, existen iniciativas alentadoras que podrían tener relevancia en el panorama mundial en las próximas décadas. Por ejemplo, China ha desarrollado una plataforma muy sólida para promover la expansión de los bosques nativos a 40 por ciento para 2030 y en otros países tropicales como Nepal, Cuba, El Salvador e India se ha documentado un notable mantenimiento y recuperación de las coberturas forestales (Kumar y Saxena, 2002; Schweik et al., 2003; Hecht et al., 2006).

México es un claro ejemplo de los países que, al tiempo que albergan gran diversidad biológica, experimentan un acelerado ritmo de deforestación o de conversión de su vegetación nativa a usos antrópicos (Velázquez et al., 2002; Mas et al., 2004; FAO, 2005b). En respuesta a esta situación y como parte de los compromisos internacionales del gobierno Mexicano ante los problemas ambientales globales, durante la última década se ha promovido una imprecendente creación de ANP (CONANP, 2005). Los logros de la existencia y operatividad de las ANP para preservar gran parte de nuestra biodiversidad son evidentes en algunos casos. No obstante, dada la parcial representatividad de las ANP, el costo económico tan alto que implica su mantenimiento y el perfil predominantemente restrictivo a las actividades productivas (Mas et al., 2003; Brandon et al., 2005; Cantú et al., 2004), es necesaria la evaluación integral (ambiental y social) de la viabilidad de este modelo a largo plazo, como la estrategia más importante del país para la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

Por otra parte, desde la perspectiva del sector forestal, el gobierno mexicano ha desarrollado distintos programas en la última década (PRODEFOR, PRONARE, PROCYMAF, PRODEPLAN y COINBIO). El propósito de tales programas ha sido atenuar el intenso deterioro de la masa forestal. Aunque dichos programas se han planteado con una perspectiva de largo plazo (una visión programática para las próximas dos décadas), éstos necesitan ser fortalecidos en congruencia con las metas que pretenden alcanzar (G-Bosques, 2005). Al mismo tiempo, al igual que las ANP, estos programas requieren someterse a una evaluación técnica de su viabilidad y congruencia con la naturaleza de los ecosistemas forestales y la realidad social y económica del medio rural de México.

Aunque el problema de la deforestación en México está presente y podría incrementarse en los próximos años, al mismo tiempo, a una escala menor, y muchas veces al margen de las acciones que el gobierno está tomando, en nuestro país está habiendo recuperación y mantenimiento de coberturas forestales, tanto de bosques templados como tropicales. Existen ejemplos históricos de este fenómeno (Mathews, 2003) y desde Chiapas a Michoacán son cada vez más conocidos los casos de recuperación de bosques por abandono de la agricultura (Klooster, 2003; Bray y Klepeis, 2005; López et al., en prensa). Sin embargo, las implicaciones y las medidas políticas que se deben adoptar ante este esquema de recuperación no se han discutido. Estos casos, aun cuando no son un contrapeso contra la pérdida de bosques y otras coberturas, merecen una mayor atención, ya que los beneficios sociales y ambientales de recuperar coberturas forestales son innegables y tienen efecto más allá de las regiones donde están ocurriendo. Otro aspecto en pro del mantenimiento y recuperación de los bosques proviene del hecho que una porción importante de los bosques están siendo

aceptablemente manejados para la producción de madera, por parte de comunidades y ejidos (Bray y Merino, 2004).

Considerando que uno de los indicadores más importantes de un desarrollo balanceado con conservación de los recursos naturales es el mantenimiento de las coberturas de vegetación oriunda, los inventarios forestales y los estudios de sus cambios son fundamentales. Mediante los inventarios y la cartografía de las coberturas de vegetación y usos del suelo, es factible evaluar el estado actual de los bosques y de las distintas formaciones de vegetación nativa que se presentan en el país. En tanto que, con el análisis de cambio en las coberturas y usos del suelo es factible tener estimaciones de la conversión (disminución o incremento) a través de determinados periodos de tiempo. En sentido estricto, convencionalmente la disminución de superficies de bosque para usos antrópicos como cultivos, pastizales o usos urbanos se denomina como deforestación, pero en un sentido más amplio (como el de este trabajo), el término refiere a todo cambio de coberturas nativas a usos antrópicos. El proceso inverso, cambio de usos antrópicos a coberturas nativas comúnmente es referido como re-vegetación o recuperación.

Es indiscutible que un diagnóstico completo va mas allá de conocer con qué superficies de coberturas de vegetación se cuenta en el territorio y cómo han cambiado a través del tiempo. Esta tarea demanda el entendimiento de las causas y consecuencias que están detrás de su permanencia y sus cambios (Deininger y Minten, 1999). Esto es particularmente importante cuando las tendencias son negativas (deforestación), porque junto con la pérdida de coberturas se promueve la degradación, la desertificación, la disminución de la biodiversidad y, en general, la pérdida del capital natural. Sin embargo, también es importante analizar las causas de que en algunos casos ocurran tendencias positivas (recuperación de coberturas) o la permanencia de las coberturas, especialmente en áreas pobladas donde se hace un uso regular de los recursos naturales.

Finalmente, es fundamental contar con un enfoque prospectivo de las condiciones futuras de los bosques y otros ecosistemas naturales en el territorio mexicano. Hasta ahora, es un hecho que se cuenta con muy pocas predicciones confiables de la disminución, la alteración o la recuperación de los bosques para las próximas décadas. No obstante, estas prospecciones son necesarias, porque a partir de ellas se puede vislumbrar la magnitud de los problemas ambientales y retos que afrontará el país.

Bases metodológicas

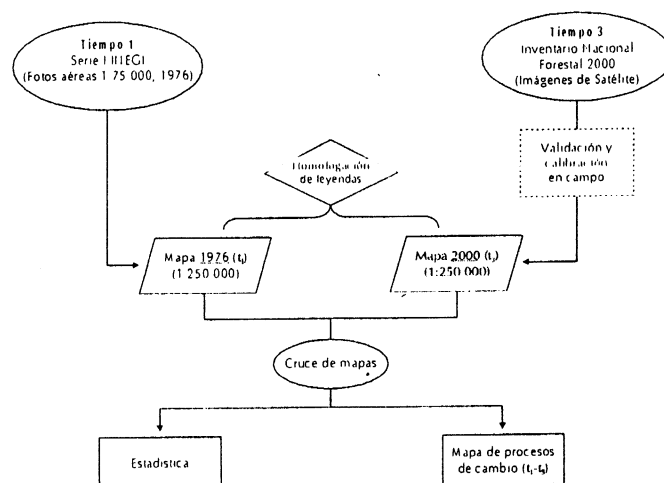
En esta sección se presenta de manera muy general la aproximación metodológica con la cual se generaron los datos que se presentan en la sección sobre el diagnóstico. Para los interesados en conocer con más profundidad los procedimientos metodológicos se recomienda recurrir a la literatura citada o contactar directamente a los autores.

El Inventario Forestal Nacional realizado por el Instituto de Geografía de la UNAM en el año 2000 (Palacio *et al.*, 2000; Velázquez *et al.*, 2001) estableció un procedimiento técnico para generar cartografía de las coberturas de vegetación y usos del suelo a fin de contar con estadísticas a nivel de todo el país. Entre las múltiples ventajas de este trabajo es que reconoce a una escala semi-detallada (1:125 000 y 1:250 000) las superficies correspondientes a distintas categorías de vegetación nativa y los principales usos del suelo. Para tal fin se usaron imágenes de satélite del año

2000 y se recurrió a información de referencia proveniente de trabajos anteriores hechos a un mayor nivel de detalle (Serie I de INEGI, ver información adicional más adelante). Asimismo, se contó con la supervisión de expertos en cartografía y vegetación y, finalmente, esta cartografía fue sometida a un riguroso proceso de verificación a fin de asegurar su confiabilidad (Mas et al., 2001; Mas et al., 2002).

El procedimiento técnico seguido para el análisis de los procesos de cambio en las coberturas y usos del suelo a diferentes niveles (nacional, regional o local) se resume en el diagrama 1. Como se muestra en dicha figura, inicialmente se requiere contar con mapas digitales de una misma área para dos o más fechas distintas: t_1 (fecha en un tiempo 1), t_2 (fecha en un tiempo 2), t_n (fecha en un tiempo n). El requisito para efectuar este tipo de análisis es contar con dos o más mapas digitales y que éstos sean comparables; es decir, que tengan exactamente la misma área, la misma escala y la misma proyección cartográfica. Además los mapas también deben ser compatibles, lo que significa que deben tener la misma leyenda o equivalencia en las categorías que representan. Cuando estos criterios son cubiertos, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG; programas de computación específicos, equipos de cómputo y personal técnico especializado) se realiza el cruce digital de dos mapas de diferente fecha. Dicho cruce consiste en sobreponer ambos mapas. En la sobreposición se pueden reconocer aquellas áreas que “permanecen” (que mantienen la misma categoría de su leyenda de un tiempo inicial t_1 a un tiempo posterior t_2 de análisis) y las que cambiaron durante el periodo de análisis (incremento o disminución de superficie). De esta manera es posible reconocer y nombrar el tipo de procesos de cambio que se experimentaron y designar exactamente en qué área ocurrieron (véase diagrama 1).

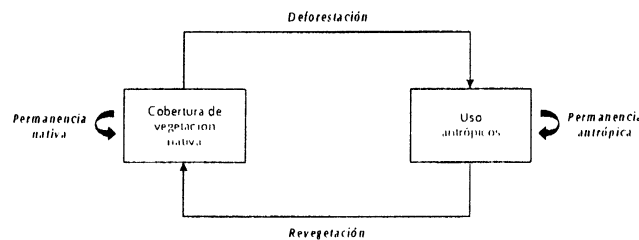
Diagrama 1. Resumen del procedimiento técnico para un análisis de procesos de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo



Para indicar el tipo de procesos de cambio ocurridos, antes de efectuar el cruce de mapas digitales descrito en el párrafo anterior, es necesario adoptar un modelo para los procesos de cambio que se desea o que se pueden reconocer. Esto último depende de la cartografía disponible, las categorías de vegetación reconocidas en la cartografía, los insumos de percepción remota (fotografías aéreas o imágenes de satélite) y del tiempo y los recursos económicos disponibles. Uno de los

modelos más generales es el de la FAO (véase diagrama 2). A partir de dicho modelo se pueden identificar dos procesos de cambio: deforestación (cambio de la etiqueta de alguna cobertura de vegetación nativa en t_1 a algún uso antrópico en t_2) y re-vegetación (cambio de la etiqueta de algún uso antrópico a alguna cobertura de vegetación nativa). El modelo para designar los procesos de cambio es un componente central para los resultados que se generarán porque define la terminología. La definición de deforestación debe ser clara cuando se hace pública una cifra, porque la falta de claridad es una de las más importantes fuentes de confusión.

Diagrama 2. Modelo de procesos de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo



Fuente: FAO, 1995.

También, con base en la información de las superficies para una misma cobertura o uso del suelo en dos fechas, es factible calcular las tasas anuales de cambio de acuerdo a la siguiente ecuación (FAO, 1996).

$$t = \left(1 - \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right)^{1/n} - 1$$

Donde t es la tasa de cambio, S_1 es la superficie de una cobertura o uso de suelo determinado en el tiempo inicial del análisis (t_1), S_2 es la superficie de esa misma cobertura o uso para el tiempo final del análisis (t_2) y n es el número de años entre las dos fechas. Esta tasa expresa el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año y, para ello, hay que multiplicar el resultado obtenido en la ecuación anterior por 100.

En México, uno de los problemas más serios al pretender realizar el análisis de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo a nivel nacional y en periodos de décadas, ha sido contar con información digital de referencia (t_1), que sea confiable y disponible para uso público (Deininger y Minten, 1999; Velázquez et al., 2002). Después de un análisis exhaustivo, se llegó a la conclusión de que la base de datos de referencia más completa y más confiable sobre la cobertura de vegetación y usos del suelo la constituye la denominada "Serie I" de INEGI. La Serie I es una cartografía para todo el país que en promedio representa el año 1976, aunque los insumos (fotografías aéreas) a partir de los cuales se elaboró provienen del periodo 1968 a 1986. Otras fuentes de información potencialmente comparables son la denominada Serie II de INEGI (derivada de información satelital de 1993) y el IFN-2000 (Palacio et al., 2000). Estas tres fuentes de información fueron usadas para estimar los datos presentados en la siguiente sección. Para entender los resultados que se presentan más adelante, la fuente de información de la Serie I de INEGI de 1976 se referirá como tiempo 1 (t_1), la Serie II de INEGI (1993) se referirá como tiempo 2 (t_2) y el IFN-2000 representará el tiempo 3 (t_3). Así, el análisis de los procesos de cambio en las coberturas de vegetación y usos del

suelo y de la deforestación en México, se realizó para los periodos 1976-1993 (t_1-t_2), 1993-2000 (t_2-t_3) y 1976-2000 (t_1-t_3). Además de la información porcentual y la estimación de las tasas de cambio, se han generado mapas de procesos de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo para dichos periodos. Esta cartografía permite reconocer en forma concisa la magnitud y distribución espacial de la compleja dinámica del cambio en las coberturas y los usos del suelo en toda la República Mexicana.

El IFN-2000 también estableció las bases conceptuales y metodológicas a partir de las cuales se han efectuado estimaciones más confiables de las coberturas de vegetación y usos del suelo en distintos estados y regiones del país, por ejemplo, en el estado de Oaxaca (Velázquez *et al.*, 2002), en la zona sur del Distrito Federal, en el centro de Quintana Roo y una porción de la Sierra de Guerrero (Durán *et al.*, 2005a) y en parte de los estados de Michoacán y Jalisco (Mendoza *et al.*, 2003). Debido a que se trataba de estudios enfocados a áreas relativamente menores, ha sido posible actualizar y aumentar la veracidad de la cartografía mediante información de campo (puntos de verificación directa) y literatura geo-referenciada la cual describe la vegetación y usos del suelo en determinada área de interés. Además, cuando ha sido posible (estado de Michoacán y parte de Jalisco), las actualizaciones se han hecho con imágenes de satélite más recientes. En todos estos casos, los análisis de cambio se han basado de manera directa o indirecta en la cartografía del IFN-2000.

Con el propósito de hacer una prospección de la dinámica temporal de los cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo a nivel nacional para las próximas dos décadas, suponiendo que las tasas de cambio entre t_1-t_2 (1993-2000) y t_1-t_3 (1976-2000) se mantienen en los próximos años (Bell e Hinoja, 1977; Soares-Filho *et al.*, 2002), se estimaron las curvas que mejor describen las trayectorias futuras (Mas *et al.*, 2004). A continuación, en la siguiente sección, mediante mapas, estadísticas y figuras se presentan los resultados generados a nivel nacional.

A manera de aclaración, es importante señalar que debido a que la base de datos para 1993 (t_2), tiene una serie de imprecisiones de origen, que técnicamente no fue posible corregir, se debe tener cautela con los datos nacionales generados a partir de ella. Asimismo, por los propósitos con que se generó gran parte de la cartografía antes referida, por la escala de trabajo, y por los supuestos metodológicos adoptados, los resultados obtenidos para asentamientos humanos no son confiables para fines de planeación urbana u objetivos similares.

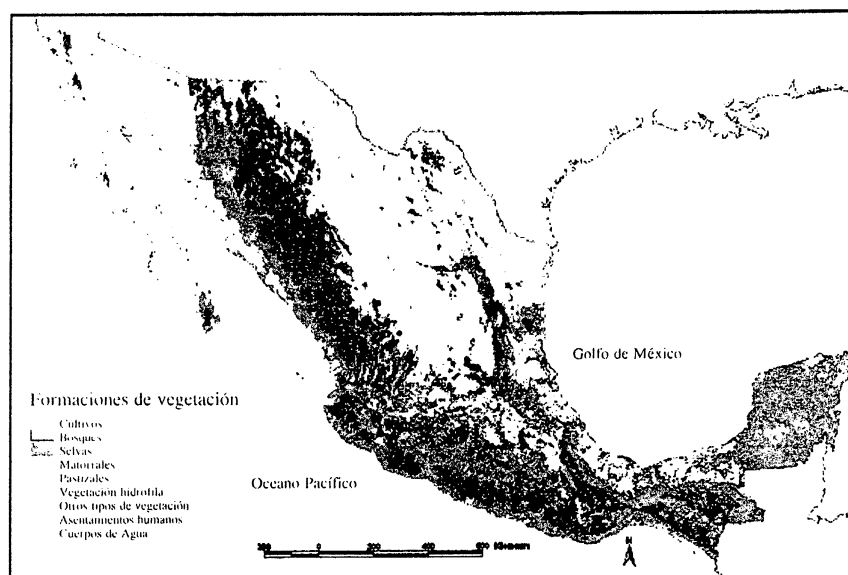
El diagnóstico en México

Panorama general en México

Una de las evaluaciones técnicamente más confiables y relativamente recientes de la condición de los recursos forestales y, en general, de las coberturas de vegetación nativa en México, es la realizada mediante el IFN-2000. De acuerdo con dicho inventario, en los 1 941 984 km² de nuestro territorio nacional (porción continental) la extensión de las coberturas de vegetación nativa alcanza

cerca de 30 por ciento para los "Matorrales", 15 por ciento para los "Bosques", 17 por ciento para las "Selvas (bosques tropicales)" y alrededor de 5 por ciento para las coberturas nativas restantes. En tanto que los principales usos antrópicos representan alrededor de 34 por ciento de la superficie del país, siendo 24 por ciento para los "Cultivos" y 10 por ciento para los "Pastizales". Los extremos opuestos, en cuanto a la prevalencia de coberturas nativas y usos antrópicos, se presentan en tres regiones hidrológicas del país. En la región de Baja California (centro-este; centro-oeste y noreste) imperan las condiciones naturales; mientras que en las regiones hidrológicas de Tuxpan-Nautla y la Cuenca del río Papaloapan, se presenta una clara predominancia de actividades antrópicas. Con base en lo anterior, las coberturas de bosques (templados y tropicales) en el año 2000 cubrían 33 por ciento del territorio nacional, cifra que equivale a 77 679 km² (véase mapa 1).

Mapa 1. Formaciones de vegetación y uso de suelo en México



Fuente: Palacio et al., 2000.

La deforestación y re-vegetación en México

La media mundial predice que para la presente década, México debería tener alrededor de 0.7 ha de superficie arbolada *per capita*. No obstante, los datos actuales indican que nuestro país presenta 0.6 ha de área forestal *per capita* (FAO 2005b) y la predicción para 2025 es de 0.3 ha *per capita*, muy por debajo de dicho valor promedio (Masera, 1996; Velázquez et al., 2001b).

Debido al interés por la problemática de pérdida de las coberturas de vegetación nativa en México, numerosos estudios han intentado hacer estimaciones de la superficie deforestada. Las cifras

disponibles (véase cuadro 1) documentan estimaciones sumamente variables, las cuales llegan a ser casi del doble para la misma fecha (FAO, 2005a; FAO, 2005b). Las controversias en torno a las estimaciones de la deforestación, se deben en parte a la diversidad de definiciones utilizadas, así como a que las bases de datos usadas no siempre se basaron en análisis de cartografía y, cuando lo hicieron, comúnmente los mapas usados no eran compatibles ni comparables. Asimismo, porque la mayoría de estos estudios carecen de mecanismos de evaluación de la calidad de las bases de datos analizadas y de la confiabilidad de los resultados obtenidos (Velázquez et al., 2002; Mas et al., 2004). Por el contrario, los resultados aquí presentados aseguraron un alto grado de confiabilidad de los insumos, una consulta con especialistas en estudios y mapeo de la vegetación y, a diferencia de los otros estudios, se derivan de un análisis cartográfico riguroso. El dar y usar información sobre deforestación a nivel del país, sin una revisión crítica de la confiabilidad técnica de los datos no debe considerarse como un problema menor.

Cuadro 1. Estimaciones de superficies forestales perdidas anualmente en México

Fuente	Superficie pérdida (ha/año)
Grainger, 1984	1600 000
FAO, 1988	615 000
Repetto, 1988	460 000
Castillo et al., 1989	746 000
Myers, 1989	700 000
Toledo, 1989	1500 000
Masera et al., 1992	668 000
SARH, 1992	365 000
SARH, 1994	370 000
FAO, 1995	678 000
FAO, 1997	508 000
Semarnat 2001	1200 000

Fuente: Velázquez et al., 2002

De acuerdo con nuestra información sobre el proceso de deforestación, con base en el análisis de 1976 al año 2000 (t_1 a t_3), en la escala nacional se registró una pérdida anual de 550 mil hectáreas (± 50 mil) anuales. Los cambios entre las distintas coberturas y usos del suelo para los periodos t_1 - t_3 (1976-2000) se expresan de manera más detallada en una matriz de transición (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Matriz de transición entre las distintas formaciones de vegetación y usos del suelo, para el periodo de t_1 (1976) a t_3 (2000).
 Las celdas de la diagonal muestran las superficies entre las mismas formaciones, la columna y el renglón final indican los totales en las distintas fechas y el resto son celdas con datos de cambio (km^2).

	1	2	3	4	5	6	7	Total
Total	209 217	122 012	183 612	130 720	560 777	166 478	559 647	1 932 463
1. Bosque templado primario (%)	181 603	79 095	4 033	3 383	2 580	3 225	29 168	303 087
	59.9	26.1	1.3	1.1	0.9	1.1	9.6	
2. Bosque templado secundario (%)	7 942	28 365	505	821	512	598	10 012	48 955
	16.2	58.3	1.0	1.7	1.0	1.2	20.5	
3. Bosque tropical primario (%)	3 878	1 950	155 331	49 828	1 402	1 892	43 217	257 498
	1.5	0.8	60.3	19.4	0.5	0.7	16.8	
4. Bosque tropical secundario (%)	1 405	1 402	14 339	59 905	475	510	42 054	120 090
	1.2	1.2	11.9	49.9	0.4	0.4	35.0	
5. Matorral (%)	3 913	1 662	1 397	829	532 524	14 951	52 183	607 459
	0.6	0.3	0.2	0.1	87.7	2.5	8.6	
6. Otras coberturas de vegetación (%)	2 168	1 390	1 480	748	12 910	137 351	24 786	181 033
	1.2	0.9	0.8	0.4	7.1	75.9	13.7	
7. Coberturas antrópicas (%)	8 308	7 748	6 527	15 206	10 374	7 951	358 227	414 341
	2.0	1.9	1.6	3.7	2.5	1.9	86.5	

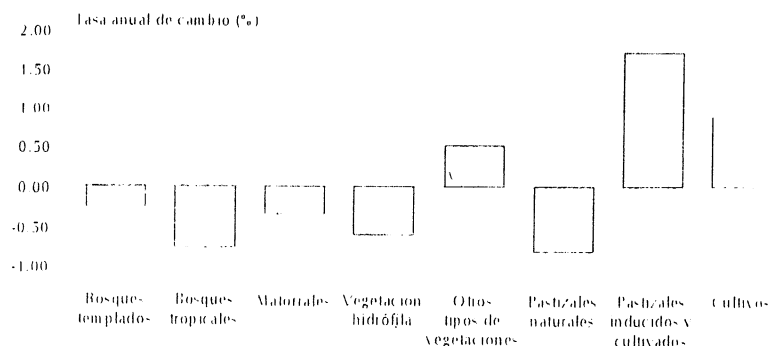
Fuente: Velázquez et al., 2002.

Esta matriz presenta en la última columna la superficie total de cada categoría en el tiempo inicial (1976) y en el último renglón la superficie total de cada categoría en el tiempo final del análisis (2000). Las celdas en la diagonal refieren a la permanencia y, como puede observarse, el porcentaje fue mínimamente de 50 por ciento o mayor para las diferentes categorías analizadas. El resto de las celdas representan los cambios entre las categorías. Uno de los cambios más notables es que 19 por ciento de las coberturas de bosques templados y tropicales pasaron de ser predominantemente primarias en 1976, a coberturas predominantemente secundarias en el año 2000. Asimismo, destaca, por su alto valor, el cambio de bosques secundarios en t_1 a coberturas antrópicas en t_2 (20% y 35% para bosques templados y tropicales, respectivamente). Es importante aclarar que el término de bosques predominantemente primarios no se refiere a bosques prístinos, ya que prácticamente todo el país presenta algún nivel de influencia humana, más bien reconoce que se trata de bosques con coberturas cerradas y poco fragmentadas; siendo estos atributos relativamente fáciles de reconocer tanto en fotos aéreas como en imágenes de satélite. Por el contrario, los bosques predominantemente secundarios se reconocen como semi-abiertos (independientemente de su fenología y sus especies predominantes) y con claros niveles de fragmentación.

En cuanto a la re-vegetación, la matriz de cambios permite reconocer los procesos que van de usos antrópicos en t_1 a coberturas de vegetación nativa en t_2 (véase cuadro 2). De acuerdo a la matriz de cambios se percibe re-vegetación en alrededor de 14 por ciento de la superficie que en 1976 fue usada para pastizales o cultivos. En esta superficie recuperada en el año 2000, una mayor extensión correspondió a los bosques tropicales secundarios y los matorrales. Sin embargo, como puede observarse en la matriz, tanto en términos porcentuales como en superficie, es muy claro que la re-vegetación no logró compensar la pérdida de las coberturas naturales.

Una manera más clara de mostrar el ritmo o velocidad de conversión que experimentan tanto las coberturas de vegetación como los diferentes usos antrópicos es comparar las tasas de cambio y sus tendencias (Mas et al., 2004). En la gráfica 1 se presentan las tasas anuales de cambio estimadas con base en el análisis del periodo t_1 - t_2 , expresadas en porcentaje. Los valores por debajo del cero (negativos) indican las categorías que están perdiendo superficie y las que se proyectan por arriba (valores positivos) las que se están incrementando.

Gráfica 1. Tasas de cambio que denotan las formaciones que pierden y las que ganan superficie al comparar las bases de datos t_1 (1976) y t_2 (2000)



Fuente: Velázquez et al., 2002.

De acuerdo al mapa, la categoría Otras coberturas y usos del suelo (que incluye los asentamientos humanos), junto con los Cultivos y Pastizales (inducidos y cultivados) representan las categorías que han ganado superficie. Los Bosques tropicales seguidos de la Vegetación hidrófila, los Pastizales naturales, los Matorrales y los Bosques son las formaciones que, de manera proporcional, han estado disminuyendo su superficie. De esta forma, los Cultivos y los Pastizales representaban en el año 2000 poco más de 500 000 km² (> 30% de la superficie del país) y actualmente es muy probable que su superficie se haya incrementado. Este incremento podría estar relacionado con la tasa de conversión que presentaron, cuyo valor es superior a las que se observan en el resto de los países tropicales, con excepción de Brasil (FAO, 2002). Sin embargo, cabe reconocer que las estadísticas para otros países no permiten comparaciones confiables.

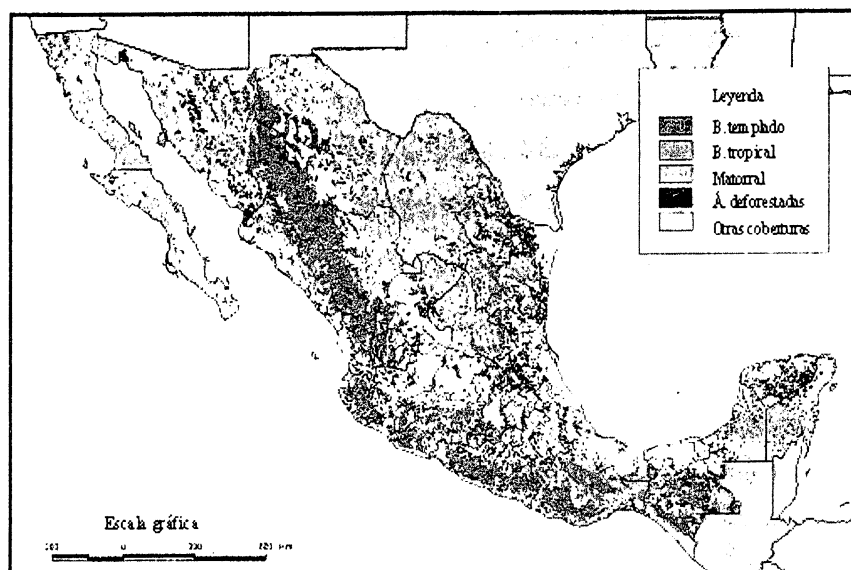
El ritmo de mayor transformación se está experimentando en los bosques tropicales, donde se triplica el valor de la tasa anual de deforestación, en comparación con lo que está ocurriendo en los bosques templados (-0.75% y -0.25%, respectivamente). Asimismo, la deforestación en los bosques tropicales está por encima de lo estimado para todo el país (cambio de las coberturas de vegetación nativa a usos antrópicos) que es de -0.43. Considerando lo anterior, podemos decir que en México la deforestación equivale a una pérdida de 545 000 ha anuales, ($\pm 50\ 000$ ha) de bosques, selvas y/o matorrales, para un periodo de 24 años (de 1976 al año 2000).

A diferencia de los datos anteriores, el análisis para el periodo t_2 (1993) - t_3 (2000) mostró una mayor deforestación, ya que estimó una tasa de deforestación anual de 1.1 por ciento, lo que se traduce en una merma de 770 mil hectáreas anuales. Sin embargo, debido a que la base de datos de origen de 1993 (t_2) tiene una serie de imprecisiones que propician la sobreestimación de la superficie de bosques, se sugiere tomar cierta cautela con los análisis que a partir de ella se generen. No obstante, para algunas regiones del país, las tendencias entre 1976 y 1993, así como 1993 y 2000 pueden ser consistentes.

La principal virtud de la metodología empleada por Mas y sus colaboradores (2004) es la expresión territorial de los datos antes descritos. Para tal fin se preparó un mapa que muestra las áreas deforestadas en el periodo de 1976 (t_1) al año 2000 (t_3) (véase mapa 2).

De acuerdo con el mapa, es notoria la existencia de distintos frentes de deforestación en el periodo analizado. Por ejemplo, en el Sureste (península de Yucatán), Sur (Chiapas), y a lo largo de la vertiente del Pacífico, la deforestación está ocurriendo en los Bosques tropicales. Al noreste, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León es notable la deforestación que impacta tanto a bosques, como a los matorrales.

Resumiendo, aunque casi 64 por ciento del territorio mexicano presentaba algún tipo de cobertura de vegetación nativa (matorrales, bosques o selvas) en el año 2000, durante las pasadas tres décadas las tendencias generales han apuntado hacia la disminución de la superficie de estas coberturas. La tasa de deforestación es mayor en los bosques tropicales lo que es de suma importancia, ya que albergan la mayor parte de la biodiversidad del país. En los bosques están ocurriendo importantes cambios que van de estados predominantemente primarios a estados secundarios o su transformación a usos agrícolas y pecuarios. Dependiendo de las regiones, en unos casos la transformación es mayor hacia los usos agrícolas y en otras más hacia lo pecuario. Específicamente la conversión de vegetación nativa a usos ganaderos prevalece en los ecosistemas de bosques tropicales secos y de matorrales, mientras que en los bosques tropicales más húmedos y los bosques templados predomina la conversión hacia usos agrícolas.

Mapa 2. Proceso de deforestación entre t_1 (1976) y t_3 (2000)

Fuente: Mas et al., 2004.

Cuadro 3. Tasas de cambio para los bosques, selvas (bosques tropicales) y matorrales, así como para el agregado de tales categorías que describe la tasa de deforestación a nivel nacional. Este resultado proviene del análisis de cambio para el periodo t_1 (1976)- t_3 (2000)

Formaciones	Cambio (ha)	Cambio anual (ha/año)	Tasa de cambio anual (%)
Bosques templados	-2081 223	-86 718	-0.25
Bosques tropicales	-6325 674	-263 570	-0.76
Matorral	-4668 040	-194 502	-0.33
Coberturas anteriores agregadas	-13074 937	-554 789	-0.43

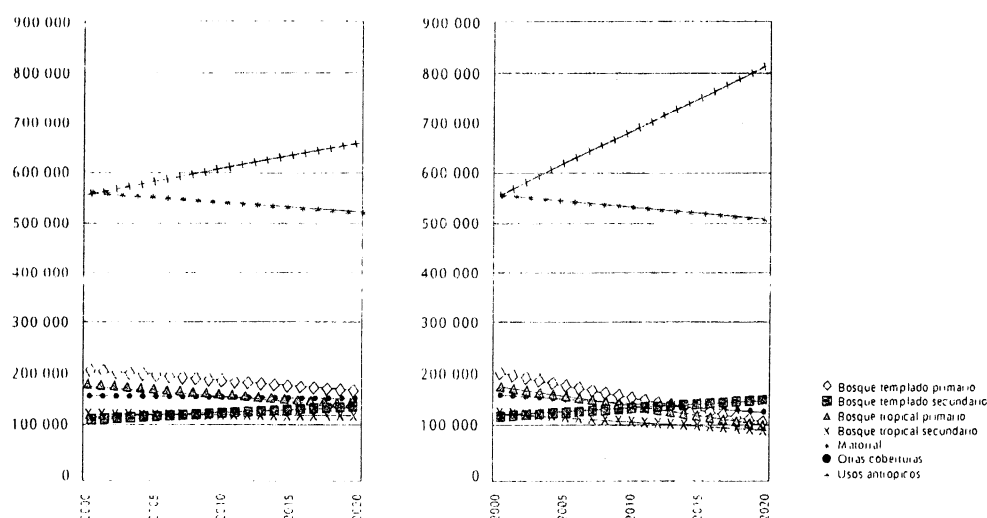
Fuente: Mas et al., 2004.

La re-vegetación, a diferencia de la aparente generalización de la deforestación, parece más restringida a algunas regiones y, lamentablemente, no parece compensar las superficies de coberturas de vegetación que son transformadas a usos antrópicos. No obstante, este proceso se presenta tanto en bosques tropicales y templados, como en regiones con matorrales.

La prospección

La construcción de escenarios probables sobre el estado de los bosques en México y, en general, de las coberturas de vegetación y de los usos del suelo, es siempre arriesgada. Para esta tarea el análisis del cambio de uso del suelo es esencial, porque a partir de éste se ofrece una plataforma de datos cuantitativos, específicamente la tasa de cambios, a partir de la cual es posible generar proyecciones. Con base en las tasas de cambio de los periodos t_1-t_3 (1976-2000) y t_1-t_2 (1976-1993), Mas et al. (2004) estimó dos escenarios probables al año 2020 (véase gráfica 2). Las proyecciones se calcularon bajo el supuesto de que las tasas de cambio registradas para ambos periodos se mantienen en dirección y magnitud en los próximos años.

Gráfica 3. Escenario esperado si se mantienen la tasa de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo estimadas para el periodo t_1-t_3 (1976-2000) hasta el año 2020 (lado izquierdo), y proyección para el año 2020 si se mantiene la tasa de conversión calculada para el periodo t_1-t_2 (1976-1993; lado derecho)



Fuente: Mas et al., 2004.

Las predicciones basadas en las tasas de cambio de ambos periodos prevén, para el año 2020, una importante reducción en la superficie de bosques (templados y tropicales) y de matorrales, así como un notable incremento de las áreas con usos antrópicos. Se espera que los bosques templados y tropicales, predominantemente primarios, tengan una notable disminución en las próximas dos décadas; mientras que, la superficie ocupada por bosques secundarios se mantendrá mas o menos en los mismos niveles. Notables variaciones son evidentes al observar las proyecciones de ambas gráficas a 2020. Sin embargo, los autores reconocen una mayor confiabilidad en las predicciones basadas en el periodo t_1-t_3 (1976-2000), ya que las proyecciones realizadas con las tasas de cambio

generadas para el periodo 1993-2000 sobreestiman la pérdida de coberturas nativas. La comparación de estas gráficas nuevamente constituye un ejemplo para alertar sobre el riesgo que se tiene al usar tasas de cambio poco confiables y también al querer hacer proyecciones a plazos de tiempo mas prolongados.

En cuanto a la re-vegetación, es evidente la carencia de predicciones cuantitativas para los próximos años. No obstante, con base en análisis disponibles en la literatura y por razones que se discuten en la siguiente sección, consideramos que es altamente probable que amplias superficies del país recuperen sus coberturas de bosque y de otro tipo de vegetación nativa en las siguientes décadas.

Discusión y recomendaciones

El panorama mostrado en el diagnóstico anterior constituye quizá uno de los acopios de información técnica más completos sobre el estado de los bosques y otras coberturas de vegetación nativa en México. Asimismo, presenta una de las evaluaciones más confiables sobre los procesos de cambio en las coberturas de vegetación nativa y usos del suelo que se han experimentado en el país en los últimos 24 años (1976 al año 2000). Con base en tales datos, se muestra el panorama futuro de las coberturas de vegetación y los usos del suelo a nivel nacional a 2020.

A diferencia de la amplia discusión que existe en nuestro país en torno a la deforestación y las múltiples estimaciones que se hacen de este proceso, se habla muy poco de la recuperación de los bosques y otras coberturas; por tal razón aquí dedicamos un espacio para su análisis. Desde la perspectiva gubernamental, el discurso es optimista y frecuentemente se hace mucho énfasis en una serie de acciones dirigidas a conservar o incrementar las coberturas, como son los programas de reforestación, el control de la tala ilegal de los bosques, las plantaciones forestales y las ANP, entre otros. Sin embargo, escasa atención se ha dado a las ventajas ecológicas que tuvo para nuestro país el fin de la gran época de colonización dirigida a las zonas tropicales en los años 60-80 del siglo pasado (con la Comisión Nacional del Desmonte y los Programas de Fomento Ganadero). El final de esos programas no se podría señalar como un logro del gobierno, pero desde entonces a la fecha se puede hablar de un rumbo menos dañino de las políticas de desarrollo en regiones aisladas en los trópicos.

De igual manera, muy poca consideración se ha dado a la re-vegetación "pasiva" que por procesos naturales de sucesión está recuperando coberturas nativas y bosques en distintas regiones del país. Se ha visto que este proceso mantiene estrecha relación con la migración de campesinos a zonas urbanas y los Estados Unidos. Por ejemplo, en la Meseta Purépecha se ha mostrado la relación del abandono de parcelas por migración de los campesinos con la recuperación paulatina de los bosques (Klooster, 2003; López et al., en prensa). Aunque este tipo de estudios son escasos, entre algunos estudiosos del campo mexicano existe la percepción de que no se trata de casos aislados. En forma alentadora es probable que de mantenerse la tendencia de abandono de tierras agrícolas, de fomentarse actividades productivas como el manejo forestal sustentable o la producción del café de sombra, y encauzar políticas de gobierno que promuevan la re-vegetación y el mantenimiento de coberturas nativas, esta recuperación pueda verse reflejada en la cartografía y en las estadísticas de las próximas décadas.

Los contrastes más grandes entre los resultados que aquí se presentan y los que reportan otros esfuerzos para analizar el cambio en las coberturas y usos de suelo se reflejan en las tasas de deforestación. En general, las tasas estimadas por estudios regionales sobrestiman o subestiman este proceso y, por lo tanto, se suelen cometer errores que pueden tener múltiples implicaciones al hacer extrapolaciones a nivel nacional. Recurrentemente, los insumos base a partir de los cuales se calculan las estadísticas, no son sometidos a una evaluación de su calidad; por lo tanto, las estimaciones sobre las tasas de deforestación reportadas para México con anterioridad, no evalúan el grado de certidumbre y resultan poco confiables. Aunado a esto, muy pocos estudios que documentan tasas de pérdida de cobertura para el país (véase cuadro 1) se sustentan en un análisis cartográfico. En un estudio con rigor científico, del tipo que aquí ha sido presentado, el análisis cartográfico de los procesos de cambio es el insumo principal; por tanto, contar con cartografía para todo el país y para numerosas regiones es fundamental. Las implicaciones de esto no son un problema trivial, ya que las estadísticas generadas están sujetas a una fuerte politización entre los sectores gubernamentales y no gubernamentales interesados en los bosques, la conservación y el medio ambiente. Sin embargo, una de las mayores implicaciones de que se tengan datos tan controversiales, es que no permiten tener una apreciación más cercana a lo que realmente está ocurriendo en el país en materia del estado de los bosques y la vegetación nativa en general.

Es importante tener en cuenta que gran parte de la planeación para la conservación, la evaluación de los servicios ambientales y la evaluación de riesgos se genera a partir de cartografía de las coberturas de vegetación y usos del suelo y/o sus estadísticas. Por ello, es de gran utilidad práctica, en materia ambiental, la disponibilidad de estas fuentes de información. A partir de un adecuado reconocimiento de las diferentes superficies de coberturas de vegetación y usos del suelo es posible estimar la disponibilidad y el estado de hábitats para la biodiversidad, evaluar el potencial de distintas regiones para proveer servicios ecosistémicos (como aporte de agua, disminución de riesgos de erosión, potencial productivo de los suelos, captura de carbono) y analizar algunos tipos de riesgos y catástrofes naturales (como derrumbes, inundaciones, incendios, entre otros) que están claramente relacionadas con la transformación de los paisajes.

Proporcionar información que sirva de apoyo a la toma de decisiones políticas y de gobierno es sumamente importante, y al dar respuesta a preguntas básicas como ¿en qué estado están nuestros bosques y otros ecosistemas del país? o ¿qué va a suceder de continuar las tendencias actuales?, consideramos que cumplimos con parte de nuestra responsabilidad social. Sin embargo, responder a preguntas como ¿cuáles son las alternativas que se pueden adoptar?, ¿qué esfuerzos habría que hacer?, ¿existe algún tipo de escenario prospectivo al cual se podría intentar llegar, y qué implicaría esto? rebasa el nivel de la presente comunicación. No obstante, consideramos que debemos insistir que al pretender plantear expectativas sobre el futuro de los bosques en México y, en general, sobre el medio ambiente, deben tenerse en cuenta aspectos sociales y productivos que son parte de nuestra realidad nacional actual. Tal es el caso de la tenencia de la tierra, ya que gran parte de los bosques y otras coberturas de vegetación pertenecen a ejidos y comunidades (Thoms y Betters, 1998). Además, de la manera en que se está efectuando el manejo del bosque, porque más de 2 400 comunidades cuentan con autorizaciones para extracción de productos forestales y porque existen ejemplos exitosos de manejo de recursos naturales por parte de comunidades y ejidos (tanto en el sentido económico como ambiental; Bray et al., 2004).

Los ejemplos de manejo forestal exitoso incluyen decenas de casos de empresas comunitarias locales que han alcanzado capacidad competitiva en el mercado de la madera, tanto nacional como internacional (Antinori y Bray, 2005). Todos estos casos dejan como enseñanza la importancia que tienen la organización social y los mecanismos de gobernabilidad. En estas experiencias también han contribuido actores externos como ONG, instituciones académicas, asesores independientes, activistas políticos, sectores del gobierno (técnicos, funcionarios) y agencias internacionales, entre otros. Por tanto, además de los actores externos clave, es incuestionable que en tierras ejidales y comunales la permanencia, la deforestación o la recuperación de los bosques y la cobertura de vegetación depende de lo que suceda con la gente que vive en ellas (Thoms y Betters, 1998; Deininger y Minten, 1999). Por ejemplo, se ha visto que en casos donde la corrupción o los conflictos internos prevalecen esto puede desencadenar deforestación o degradación de los bosques, como es el caso de la Sierra de Petatlán en Guerrero (Durán et al., 2005b; CONABIO, 2002). Esto lleva a la conclusión de que dada la importancia del componente social, la operatividad de la política ambiental para proteger o mantener el capital natural, debería ser incluyente de profesionales de las disciplinas sociales, que tengan como tarea fortalecer el capital social.

En los últimos años se han acumulado distintas evidencias que muestran que el manejo forestal comunitario organizado representa una alternativa real para las condiciones de nuestro país. Esta estrategia de manejo concilia el uso de productos forestales con el mantenimiento y, en algunos casos, con el incremento de coberturas de bosque (Durán et al., 2005a), por lo que debería recibir más atención en las políticas públicas sobre el medio ambiente y el sector forestal (Bray et al., 2005). Actualmente, existen programas del sector forestal, específicamente dirigidos a ejidos y comunidades tales como el *Programa de Desarrollo Forestal Comunitario* (PROCYMAF) y el Proyecto de Conservación de la Biodiversidad por Comunidades Indígenas de los Estados de Oaxaca, Michoacán y Guerrero (COINBIO), pero dado su bajo presupuesto, su operatividad es geográficamente restringida y sus alcances aún son incipientes.

Por otra parte, es importante señalar la necesidad de efectuar interpretaciones correctas del ritmo de pérdida y recuperación de bosques. Específicamente en el caso de la recuperación de bosques, comúnmente se anuncian como logros de la implementación de políticas ambientales, lo cual es real para varios países desarrollados o países como China, donde se están ejecutando múltiples acciones derivadas de una política sólida para la recuperación de superficies de bosques nativos y el incremento de superficies forestales mediante plantaciones (Mayer et al., 2005). Lamentablemente, este no es el caso para la mayoría de los países en vías de desarrollo, incluido México, donde gran parte de la recuperación es casual y no propiamente el resultado de la planeación estratégica de las administraciones de gobierno. En Cuba, por ejemplo, la re-vegetación de amplias áreas de la porción noreste de la isla entre 1990 y el año 2000 están aparentemente más relacionadas con la reducción del cultivo de la caña de azúcar y propiamente no ha sido un proceso dirigido para tal fin (J. Gebelein, Instituto de Investigaciones sobre Cuba, Universidad Internacional de Florida). En países como El Salvador y México, la recuperación de amplias extensiones de bosque o de áreas que están en proceso de re-vegetación está ocurriendo como producto del abandono del campo, debido a la migración de las zonas rurales y por la baja rentabilidad de los cultivos convencionales como el maíz, que desalienta la apertura de nuevas tierras (Klooster, 2003; Hecht et al., 2006; López et al., en prensa). Algo similar ocurre en la parte norte de la región Lacandona, donde casi 20 por ciento de las áreas previamente deforestadas se ha recuperado a sus bosques originales o a estados transicionales; partes del sur de México, aunque en menor porcentaje, también han recuperado coberturas forestales en las décadas recientes (Bray y Klepeis, 2005).

La recuperación "pasiva" no es despreciable porque gracias a ella importantes regiones del noreste de los Estados Unidos fueron re-vegetadas y, hoy en día, es casi imperceptible el nivel de degradación que tuvieron en el siglo XIX (Victor y Ausubel, 2000; Foster y Aber, 2005). De igual manera ocurre en Eslovenia y otros países del centro de Europa, donde después del abandono de prácticas de intenso pastoreo y mejora de la productividad agrícola, los bosques se han recuperado (Krausmann et al., 2005; Petek y Gabrovec, 2005). Sin embargo, este tipo de re-vegetación no puede ser alentadora, especialmente en países como México, si una vez que está ocurriendo no se retoma como parte de los planes estratégicos de desarrollo regional o nacional.

Conclusiones

Las bases de datos a partir de las cuales se generaron los resultados presentados son confiables, tienen alta flexibilidad para su manejo digital porque son compatibles con cualquier sistema y actualizadas, y también son de acceso público (www.ine.gob.mx). Los resultados se basan en una metodología coherente y replicable para la evaluación y análisis de la dinámica del cambio en México. Al mismo tiempo, los pasos seguidos se describen a tal detalle, que a partir de los insumos cartográficos básicos para t_1 , t_2 y t_3 (1976, 1993 y 2000, respectivamente), se pueden derivar evaluaciones rápidas para diversos programas estatales, regionales o locales.

Uno de los desafíos para el futuro, en la esfera gubernamental del país, es contar con una cartografía confiable que apoye la formulación de políticas y la gestión en el ámbito de los recursos forestales y otros múltiples beneficios provenientes de los ecosistemas naturales. Sin embargo, para asegurar que tal cartografía sea confiable sigue siendo necesario invertir en mejorarla, en función de los propósitos y el nivel de detalle de interés. Por lo que, una vez definida el área de interés, siempre es recomendable invertir en la revisión detallada de la complejidad representada y efectuar cotejos y verificaciones, preferentemente con trabajo de campo y con consultas a expertos locales.

La información presentada en el diagnóstico permite tener una visión sinóptica y cuantitativa del estado de los bosques y de otras coberturas de vegetación nativas en México, así como de su dinámica espacio-temporal en las últimas décadas. Por lo anterior, puede servir de apoyo a diversas tareas vinculadas con la instrumentación de políticas ambientales y, eventualmente, ser la base para algunos planes de uso del territorio. Esto último es una de las tareas centrales del ordenamiento ecológico en su conjunto. Las principales aplicaciones se enlistan a continuación:

- ◆ Apoyar la operatividad de una serie de proyectos en regiones específicas y dirigir los esfuerzos a las zonas de mayor demanda, al mismo tiempo que evite inversiones innecesarias. Por ejemplo, en diversos proyectos regionales ha sido necesario contar con este tipo de insumos para procesos de ordenamiento territorial, e identificar las áreas más favorables para fines de conservación (como la delimitación de las áreas naturales protegidas); tal es el caso del Corredor Biológico Mesoamericano, o los procesos de desarrollo regional en la cuenca de Burgos, la cuenca Lerma-Chapala, o el Golfo de California y costas adyacentes.
- ◆ Efectuar seguimiento y actualizaciones periódicas semi-automatizadas que permitan tener evaluaciones vigentes de la situación de los recursos naturales para diversos fines. Asimismo, realizar monitoreos de las coberturas de vegetación, en relación a programas sobre medio ambiente o proyectos productivos, de manera que se pueda disponer en forma oportuna de los datos para

su evaluación. Por ejemplo, el análisis de la representatividad y funcionalidad de las ANP (Cantú et al., 2004; Mas, 2005), y el papel del manejo forestal comunitario para conservar coberturas forestales (Durán et al., 2005a).

- ◆ Identificar los principales focos de cambio y sus procesos asociados (por ejemplo deforestación, fragmentación, re-vegetación, etcétera). A partir del análisis de las condiciones sociales y productivas en estos focos se puede generar una predicción de la dirección de los cambios. En consecuencia, si los cambios probables a futuro son negativos (tiendan a la deforestación) se pueden prever implicaciones biológicas como la pérdida de capital natural, o sociales como la pérdida del capital cultural. Por el contrario, en caso de que fueran positivos (con recuperación de las coberturas) se pueden alentar actividades que dependan de contar con determinados servicios ecosistémicos, como por ejemplo surtido de agua para actividades agrícolas en las partes bajas de algunas cuencas hidrográficas. La identificación de estos focos es clave para poder tomar decisiones a fin de detener o mantener los mecanismos que las promueven, pero también porque pueden tener profundas repercusiones económicas.
- ◆ Analizar el potencial actual y futuro de los bienes y servicios ambientales, derivado de un buen inventario de sus recursos naturales (capital natural) y su respectiva dinámica. Entre los servicios y bienes de consumo directo o indirecto que son evaluados con base en las coberturas de vegetación y usos del suelo están el agua, la capa forestal que funciona como trampa para el carbono y que mitiga el calentamiento global y la conservación del valor de opción proveniente de la biodiversidad en su conjunto, entre otros.

Debido a la evidente crisis ambiental y la notable pérdida de bosques a nivel global y nacional, es claro el consenso entre los diferentes sectores internos del país de sumarse a los esfuerzos internacionales. Por tanto, los retos y compromisos derivados de los Objetivos de Desarrollo del Milenio acerca de la protección del medio ambiente de ninguna manera son impuestos a la sociedad mexicana y, de asumirse, tienen profundas implicaciones en las políticas públicas. Por interés de la nación, y al margen de la fuerte politización que se ha hecho de las estadísticas, los diferentes sectores involucrados en la toma de decisiones deberían examinar atentamente el diagnóstico presentado sobre las coberturas y usos del suelo y la prospección a la próxima década, porque aun cuando las tendencias no son optimistas, es un hecho que en el país existen ejemplos valiosos que muestran que un buen manejo de los bosques y, en general, de los recursos naturales es posible.

Referencias y bibliografía consultada

- Antinori, C. and D. B. Bray (2005), "Community forest enterprises as entrepreneurial firms: Economic and institutional perspectives from Mexico", *World Development*, No. 33, pp. 1529-1543.
- Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, et al. (2002), "Economic reasons for conserving wild nature", *Science*, Vol. 297, No. 5583, August, pp. 950-953.
- Bell, E. J. and R. C. Hinoja (1977), "Markov analysis of land use change: Continuous time and stationary processes", *Socio-Economic Planning Science*, No. 11, New York, pp. 13-17.
- Brandon, Katrina, Kent H. Redford, and Steven E. Sanderson (Eds.) (1998), *Parks in Peril: People, Politics, and Protected Areas*, Island Press, Washington, D. C., pp. 415-440.
- Brandon, Katrina, L. J. Gorenflo, Rodrigues, Ana, and R. W. Waller (2005), "Reconciling Biodiversity Conservation, Protected Areas and Agricultural Suitability in Mesoamerica", *Center for Applied Biodiversity Science Conservation International*.

- Brandon, Katrina, L. J. Gorenflo, Rodrigues, Ana, et al. (2005), "Conservation, People, Protected Areas, and Agricultural Suitability in Mexico", *World Development* No. 33, pp.1403-1418.
- Bray, D. B., E. A. Ellis, N. Armijo-Canto, C. T. Beck (2004), "The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the 'Mayan Zone' in Quintana Roo, Mexico", *Land Use Policy*, No. 21, pp. 333-346.
- Bray, D. and L. Merino (2004), "Los bosques comunitarios de México", *Sierra Madre*, México D. F.
- Bray, D. B. y P. Kepleis (2005), "Deforestation, forest transitions, and institutions for sustainability in Southeastern Mexico, 1990-2000", *Environmental and History*, No. 11, pp. 195-223.
- Bruner A. G., F.R Gullison., R. E. Rice and G.A.B. da Fonseca (2001), "Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity", *Science*, No. 291, pp. 125-127.
- Cantu, C., R. G. Wright, J. M. Scott and E. Strand (2004), "Assessment of current and proposed nature reserves of Mexico based on their capacity to protect geophysical features and biodiversity", *Biological Conservation* 115, pp. 411-417.
- Castillo, P. E., P. Lehtonen, M. Simula, V. Sosa and R. Escobar (1989), "Proyecciones de los Principales Indicadores Forestales de México a Largo Plazo (1988-2012)", Reporte interno, Subsecretaría Forestal, Cooperación México-Finlandia, SARH, México.
- Cincotta, R. P., J. Winsnewski, and R. Engelman (2000), "Human population in the biodiversity Hotspots", *Nature*, No. 404, pp. 990-991.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad) (2002), "Identificación de zonas de bosque en el Estado de Guerrero", < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cambios_veg/doctos/bosques_guerrero.html > (Consulta: Octubre 2005).
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas < www.conanp.gob.mx > (Consulta: Octubre 2005).
- Curran, L. M., S. N. Trigg, A. K. McDonald, et al. (2004) "Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo", *Science* 303:1000-1003.
- Deininger, K. W. y B. Minten (1999), "Poverty, policies and deforestation: The case of Mexico", *Economic Development and Cultural Change*, No. 47, pp.313-344.
- Durán, E., J. F. Mas and A. Velásquez (2005a), "Land use/cover change as indicator of conservation: study cases on regions under collective forest management and protected areas", In: Bray, D., L. Merino-Pérez and D. Barry (Eds). *Forest Community Management*. Texas University Press, Texas.
- Durán, E., A. Velásquez and D. B. Bray (2005b), "Deforestation, forest resources, Civil Conflict, and Community Forest Management Institutions: A Comparison of Two watersheds in Guerrero, Mexico", *The 19th Annual Meeting of the Society for Conservation Biology*, Julio, Brasilia, Brazil.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1988), "An intern Report on the State of Forest Resources in the Developing Countries, Forest Resource Division". *Forestry Department*, Roma, Italia.
- (1995), "Evaluación de los Recursos Forestales 1990: Países Tropicales". Estudios Forestales de FAO, Núm. 112, Roma, Italia, 41 pp.
- (1996), "Forest Resources Assessment 1990. Survey of Tropical Forest Cover and Study Of Change Processes", No. 130, Rome, FAO, 152 p.
- (1997), *State of the World Forest in 1997*, Rome, FAO.
- (2002), *State of the World Forest in 2001*. Rome, FAO, 181 pp.
- (2005a), "Deforestation". The Food and Agriculture Organization of the United Nations <<http://dws-test.fao.org:8009/dws/ControlPanel/dump/index.jsp?site>>, (Consulta: Noviembre 2005).
- (2005b), *Global Forest Resources Assessment 2005. 15 Key Findings*. FAO, 8 pp.

- Foster, D. y J. Aber (Eds.) (2005), "Forest in Time. The Environmental Consequences of 10 000 Years of Change in New England", Yale University Press, New Haven Ctt.
- G-Bosques (2005), "Hacia una estrategia de protección de los recursos forestales mexicanos basada en el manejo forestal comunitario", <<http://www.ccmss.org.mx>>, (Consulta: Noviembre 2005).
- Grainger (1984), "Quantifying changes in forest cover in the humid tropics: overcoming current limitations", *Journal of Forestry Resource Management* 1, pp. 3-63.
- Hansen, A. J., and J. J. Rotella (2002), "Biophysical factors, land use, and species viability in and around nature reserves", *Conservation Biology* 16, pp. 1112-1122.
- Hecht, S. B., S. Kandel, I. Gomez, N. Cuellar and H. Rosa (2006), "Globalization, forest resurgence, and environmental politics in El Salvador", *World Development* 34, February.
- Klooster, D. (2003), "Forest transition in Mexico: Institutions and forests in a globalized Countryside", *The Professional Geographer* 55, pp. 227-237.
- Krausmann, F., K. H. Erb and H. Haberl (2005), "The forest transition in Central Europe: riving forces and ecological impacts", 6th. *Open Meeting Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*, (October) Bonn, Germany.
- Kumar, N. and N. C. Saxena (2002), "India's Forests: Potential for poverty alleviation", In: U. Lele (Ed.). *Managing a Global Resources. Challenges of Forest Conservation and Development*. World Bank Series on Evaluation and Development, Vol. 5, New Jersey. pp. 99-136.
- Lambin, E. F., B. L. Turner, H. J. Geist et al. (2001), "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths", *Global Environmental Change* 11, pp. 261-269.
- López, E., G. Bocco, M. Mendoza et al. "Peasant emigration and land-use change at the watershed level. The case of Cuitzeo basin, Mexico", *Agricultural Systems*. (In press)
- Mas, J. F., J. L. Palacio, A. Velázquez and G. Bocco (2001), "Evaluación de la confiabilidad temática de bases de datos cartográficas", Memoria Digital CD interactivo, *I Congreso Nacional de Geomática*, Guanajuato, México.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J. L. Palacio-Prieto and G. Bocco (2002), "Cartographie et Inventaire Forestier au Mexique", *Bois et Forêts des Tropiques*.
- Mas, J. F., A. Velázquez, A. Schmitt y R. Castro (2003), "Una evaluación de los efectos del aislamiento, la topografía, los suelos y el estatus de protección sobre las tasas de deforestación en México" *Revista Espacio Geográfico*, núm. 6, Universidad Federal do Paraná, Brasil, pp. 61-73.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J. R. Díaz-Gallegos et al. (2004), "Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, No. 5, pp. 249-261.
- Mas, J. F. (2005), "Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area", *Environmental Monitoring and Assessment*, No. 105, pp. 69-80.
- Masera O., M. J. Ordóñez y R. Dirzo (1992), "Emisiones de carbono a partir de la deforestación en México". *Ciencia*, núm.43, pp. 151-153.
- Masera, O. R., M. J. Ordóñez and R. Dirzo (1997), "Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios", *Climatic Change*, pp. 265-295.
- Masera, O. R. (1996), "Deforestación y Degradación Forestal en México". Documentos de trabajo, núm. 19, GIRA A. C. Pátzcuaro, México.
- Mathews, A. S. (2003) "Suppressing fire and memory: Environmental degradation and political restoration in the Sierra Juarez of Oaxaca, 1887-2001", *Environmental History*, No. 8, pp. 77-108.
- Mayaux, P., P. Holmgren, F. Achard et al. (2005), "Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring", *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, No. 360, pp. 373-384.

- Mayer, A. L., P. E. Kauppi, P. K. Angelstam et al. (2005), "Importing timber, exporting ecological impacts", *Science*, No. 308, pp. 359-360.
- Mendoza, M. E., E. Durán, J. F. Mass, et al. (2003) "Sustentabilidad Patrimonial en la Cuenca del Río Tepalcatepec. Los paisajes de la Cuenca del Río Tepalcatepec, Michoacán". Informe Técnico, *Instituto de Geografía*, UNAM.
- Myers, N. (1989), "Deforestation Rates in Tropical Forest and their Climatic Implications", *Friends of the Earth*, London, England.
- Noble, I. R. y R. Dirzo (1997), "Forest as human dominated ecosystem", *Science*, No. 277, pp. 522-525.
- Petek, F. y M. Gabrovec (2005), "The afforestation of Slovenia: Is this what we want?", *6th Open Meeting Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*, (Octubre) Bonn, Germany.
- Palacio, J. L., G. Bocco, A. Velázquez et al. (2000), "La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000", *Investigaciones Geográficas*, Boletín del *Instituto de Geografía*, UNAM, 43: 183-203.
- Repetto, N. (1988), "The Forest for the Trees? Government Policies and the Misuse of Forest Resources", *World Resource Institute*, Washington, DC.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) (1992), *Inventario Forestal Nacional de Gran Visión*, Reporte técnico, SARH/Subsecretaría Forestal y de Fauna silvestre, México, 49 p.
- (1994), "Inventario Forestal Nacional Periódico México 94", *Memoria Nacional Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos*, SARH/Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, México, 81 p.
- Schwartzman, S., A. Moreira and D. Nepstad (2000), "Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks", *Conservation Biology*, No. 14, pp. 1351-1357.
- Schweik, C. M., H. Nagendra and D. R. Sinha (2003), "Using satellite imagery to locate innovative forest management practices in Nepal", *Ambio*, No. 32, pp. 312-319.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2001), Boletín 201. Comunicado de prensa del 3 de diciembre del 2001. <www.semarnat.gob.mx/comunicaciónsocial/boletines201.shtml> (Consulta: Octubre, 2005).
- Soares-Filho B. S., C. L. Pennachin, y G. Cerqueira (2002), "DINAMICA—a stochastic Cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian Colonization frontier", *Ecological Modelling* 154:217–235.
- Sorani V. and R. Álvarez (1996), "Hybrids maps: a solution for the updating of forest cartography with satellite images and existing information" *Geocarto International*, No. 11:17-23.
- Thoms, C. A., and Betters D. R. (1998), "The potential for ecosystem management in Mexico's forest ejidos", *Forest Ecology and Management*, No.103, pp. 149-157.
- Toledo, V. M. (1989), "Bio-economic costs of transforming tropical forest to pastures in Latinoamérica". In: S Hecht (Ed.) *Cattle Ranching and Tropical Deforestation in Latinoamerica*. Westview press, Boulder Colorado.
- Vanclay, J. K. (2001), "The Effectiveness of Parks", *Science*, No. 293:1007.
- Velázquez, A., G. Bocco. and A. Torres. (2001a), "Turning Scientific Approaches into practical Conservation Actions: The Case of Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México", *Environmental Management*, No. 5, pp. 655-665.
- Velázquez, A., J. F. Mas, R. Mayorga-Saucedo et al. (2001b), "El inventario forestal nacional 2000: Potencial de uso y alcances", *Ciencias*, No. 64, pp. 13-19.
- Velázquez, A., J. F. Mas, J. R. Díaz-Gallegos et al. (2002), "Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México", *Gaceta Ecológica INE* 62, pp. 21-37.

- Víctor, D. G. and J. H. Ausbel (2000), "Restoring the forests", *Foreign Affairs* 79, pp. 127-144.
- Votousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco y J.M. Melillo (1997), "Human domination of Earth's ecosystems", *Science*, No. 227, pp. 494-499.
- WCPA, (The World Conservation Union) (2005), Protected Areas Program, < <http://www.iucn.org/themes/wcpa/ppa/prpgramme.htm> >, (October, 2005).
- Zhang, P., G. Shao, G. Zhao et al. (2000), "China's Forest Policy for the 21st Century", *Science*, No. 23, pp. 2135-2136.