



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS

TRANSICIONES FORESTALES EN PAÍSES
EN DESARROLLO: UN ANÁLISIS CRÍTICO
PARA MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

YANKUIC MASATZUGO GALVÁN MIYOSHI

DIRECTOR DE TESIS: DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

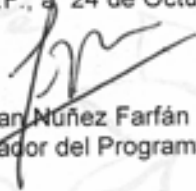
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 18 de Agosto de 2008, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** del alumno **YANKUIC MASATZUGO GALVÁN MIYOSHI** con número de cuenta **96532621** con la tesis titulada **"Transiciones forestales en países en desarrollo: un análisis crítico para México"**, realizada bajo la dirección del **DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI**:

Presidente: DR. GERARDO HÉCTOR RUBÉN BOCCO VERDINELLI
Vocal: DR. BEATRIZ GEORGINA DE LA TEJERA HERNÁNDEZ
Secretario: DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI
Suplente: DR. CLAUDIO GARIBAY OROZCO
Suplente: DR. LUIS ENRIQUE GARCÍA BARRIOS

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 24 de Octubre de 2008.


Dr. Juan Nuñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado.

*A Paloma y Valentina,
Mis fuentes de motivación y amor*

Agradecimientos

Quiero extender un agradecimiento muy especial a los miembros del comité tutorial: al Dr. Luis García Barrios y al Dr. Gerardo Bocco, quienes mostraron de inmediato su interés en el proyecto y de quienes obtuve un apoyo total e incondicional a lo largo de la elaboración de la tesis. Gracias al Dr. García-Barrios esta tesis se terminó en tiempo. A mi director de tesis, el Dr. Omar Masera Cerutti, por lo mucho que he aprendido a lo largo de más de cinco años de trabajo conjunto, no sólo en los aspectos académicos, sino también a nivel personal.

Agradezco también la lectura de la tesis y los valiosos comentarios y sugerencias de la Dra. Beatriz de la Tejera y del Dr. Claudio Garibay, miembros del jurado. A la Dra. De la Tejera le debo haberse dado el tiempo para una revisión muy detallada y de realizar comentarios muy acertados a pesar de tener una agenda en extremo saturada.

Estoy muy agradecido también con el Dr. Humberto Carton de Grammont y la Dra. Sara María Lara, quienes me orientaron y me proporcionaron lecturas y comentarios clave que me permitieron abordar temas nuevos para mí. También con la Mtra. Diane Miyoshi, quien proporcionó valiosas sugerencias a la primera versión del documento, la revisión de estilo y la traducción al inglés del artículo derivado del presente trabajo. Con Gabriela Guerrero, quien me proporcionó mucho apoyo con el uso de sistemas de información geográfica.

Agradezco el apoyo de CONACYT por la beca de posgrado que me permitió los estudios de maestría, a los Fondos Sectoriales SEP-CONACYT que me proporcionaron apoyo a través del proyecto “Evaluación de Sustentabilidad de Sistemas Complejos Socio-Ambientales” clave 02464, Fondo I0003 dentro de la Convocatoria CB-2005-01 ECOSUR-UNAM-GIRA (2007-2010). Al Posgrado en Ciencias Biológicas y a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Más agradecimientos

En cuanto al apoyo moral y logístico le estoy muy agradecido a Paloma, mi compañera, por fletarse y amortiguar las neuras derivadas de todo trabajo de tesis y ser el pilar de la casa a pesar de estar en el proceso de gestación de una tesis doctoral. A Valentina por su alegría contagiosa. A mi mamá y mi hermano, que nunca dudan en darme todo su apoyo. A Alex, por mantener sana a Valentina. A mis compañeros del laboratorio de Bioenergía: Gaby, René, Cynthia y Alfredo, Adrián y Manu, quienes siempre se aseguran de que haya un ambiente agradable de trabajo, café y muy buenas botanas. A todo el equipo MESMIS: Luis, Omar, Marta, Carlos y Tamara con quienes he aprendido muchísimo. Y me detengo aquí para no alargar la lista y la espera para la impresión de la tesis, aunque falte mencionar varios familiares y amigos a quienes también les debo su apoyo y cariño.

Resumen

La rápida deforestación y degradación de las áreas forestales a nivel mundial ha dado un fuerte impulso a la investigación dirigida a entender sus causas y las estrategias para revertir dichos procesos. El Modelo de Transición Forestal (MTF) e ideas relacionadas han sido ampliamente utilizadas para sugerir que los países en desarrollo que transitan de una economía agrícola a una economía industrial pueden experimentar una recuperación espontánea de sus bosques debido a la reducción de la presión de la población sobre éstos. Para analizar esta tesis para México se revisaron las tendencias de la población rural, de la migración y del sector agrícola durante el último siglo y se cuantificaron las pérdidas y ganancias de las principales coberturas forestales del país para el periodo 1976-2000 y a través de una serie de estudios de caso a nivel regional. Concluimos que en el país no se está dando una recuperación forestal como lo predice el MTF. Las áreas rurales no se están abandonando y se dan tanto factores que propician como factores que limitan el abandono de la agricultura campesina. Aunque en algunos casos el abandono agrícola ha permitido la recuperación de áreas forestales específicas, aún se observan intensos procesos de deforestación y degradación en las regiones de agricultura campesina del país relacionados con la explotación forestal y la expansión de la frontera agropecuaria. La población rural en México continuará habitando las áreas forestales del país, por lo que se requieren modelos de desarrollo sustentable que favorezcan un uso diversificado del paisaje para prevenir la deforestación y degradación de los bosques.

Abstract

Rapid deforestation and degradation of the world's forests has prompted research on the causes underlying these processes and strategies to reverse them. The Forest Transition Model (FTM) and similar ideas have been widely used to suggest that developing countries moving from an agricultural to an industrial economy can experience forest recovery. To analyze this thesis for Mexico, we review population, migratory and agricultural trends in the rural sector during the last century and quantify losses and gains in Mexico's main forest types for the period 1976-2000. In addition, to confirm observed trends, we review several regional case studies. We conclude that a forest transition--as stated by the FTM--is not plausible. Rural areas are not being depopulated and factors that both encourage and limit abandonment of marginal agriculture are present. While in some cases forests are recovered, rapid deforestation and degradation still occurs in subsistence farming regions. Rural population will continue inhabiting forested areas and local sustainable development models are needed to encourage diversified ecosystem use.

CONTENIDO

1	Introducción	1
2	Antecedentes	4
2.1	<i>Modelo de Transición Forestal (MTF)</i>	4
2.2	<i>Modelos relacionados y sus críticas</i>	7
2.3	<i>Críticas al MTF</i>	9
3	México y el MTF: efectos de la industrialización en los patrones demográficos y en la agricultura	10
3.1	<i>Evolución de la población rural y urbana</i>	12
3.2	<i>Migración internacional</i>	18
3.3	<i>Importancia de la agricultura en el sector rural</i>	20
4	Pérdidas/Ganancias de las coberturas forestales 1976-2000	25
4.1	<i>Pérdida de coberturas a nivel nacional</i>	27
4.2	<i>Deforestación y degradación forestal en México</i>	29
4.3	<i>Revegetación y regeneración de las coberturas forestales</i>	30
4.4	<i>Patrones regionales</i>	32
4.5	<i>Estudios de caso a nivel regional</i>	38
5	Discusión y Conclusiones	45
6	Bibliografía	51
7	Anexo. Artículo sometido para su publicación en la revista <i>Annals of the Association of American Geographers</i>, Agosto 2008	65

1 Introducción

La conversión de superficies forestales en áreas para la producción agropecuaria sigue siendo el factor más importante dentro de los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo (CCUS) en países del tercer mundo (FAO 2006). No obstante, en años recientes diferentes estudios realizados a nivel nacional y sub-nacional reportan procesos de recuperación de áreas forestales en regiones específicas, principalmente de Asia y algunos países de Latinoamérica. Al menos en Latinoamérica, el abandono espontáneo de la agricultura campesina se ha señalado como uno de los principales factores que están induciendo estos patrones (Grau *et al.* 2003, Klooster 2003b, López *et al.* 2006, Hecht y Saatchi 2007). Algunos autores sugieren que estas tendencias son resultado del proceso de industrialización que han experimentado estos países. Establecen una analogía con las “transiciones forestales” ocurridas en Europa y Norteamérica durante los siglos XIX y XX, y sugieren que podría ser una vía para revertir la pérdida de coberturas forestales en países del tercer mundo (Mather y Needle 2000, Aide y Grau 2004). Esta hipótesis, conocida como el modelo de transición forestal (MTF) (Mather 1992, Mather y Needle 1998), plantea que, entre otros factores, la concentración e intensificación de la producción agropecuaria (vía la agroindustrialización) y el éxodo de la población rural a los centros urbanos (vía la industrialización) permiten reducir la demanda de tierra para los cultivos y liberar áreas agrícolas marginales para la recuperación forestal. Esta idea está ampliamente difundida en diversos círculos académicos. Por ejemplo, Green *et al.* (2005) plantean que la agricultura especializada de altos rendimientos permite ahorrar tierras para la conservación de biodiversidad al demandar menor superficie por unidad de alimento. Norman Borlaug sugiere que la tecnología agrícola de la revolución verde permitió alimentar a la población

mundial al mismo tiempo que previno la apertura de grandes extensiones de tierras para la producción agropecuaria (ver Borlaug 2000). Varios autores han propuesto la existencia de una curva de Kuznet entre los procesos de deforestación con algún indicador de desarrollo (tales como urbanización o ingreso per cápita) (ver por ejemplo Bhattarai y Hammig 2001, Ehrhardt-Martinez *et al.* 2002).

Estos planteamientos contrastan con los enfoques de desarrollo local sustentable, que plantean que los procesos de degradación ambiental pueden revertirse mediante el fortalecimiento de las capacidades de organización y gestión local de recursos naturales con el fin de: a) generar alternativas económicas *in situ*, b) mejorar el manejo de recursos naturales partiendo de principios de sustentabilidad (Altieri y Masera 1993, Masera *et al.* 1999, Klooster y Masera 2000, Bray *et al.* 2003), c) promover actividades silvícolas y agropecuarias en paisajes diversificados que sirvan de puente para especies silvestres (Vandermeer y Perfecto 2005, Bhagwat *et al.* 2008, Perfecto y Vandermeer 2008).

Bajo estas circunstancias, consideramos importante determinar si el MTF puede operar ampliamente en países en desarrollo. En este artículo discutimos críticamente la aplicación del MTF al caso de México, considerando sus condiciones sociodemográficas y económicas actuales, como un ejemplo de su aplicación en países en desarrollo. En México, como en los países industrializados, se han dado varias de las condiciones que, de acuerdo al MTF, pueden promover una transición forestal: un rápido proceso de industrialización y urbanización, tasas elevadas de migración, y una participación decreciente de la agricultura como proporción del PIB y de la población ocupada en la actividad. Al mismo tiempo, sin embargo, el sector rural presenta una serie de características que dificultan tanto el abandono del campo (i.e. la concentración de la

población en centros urbanos) como el abandono la agricultura de subsistencia. 1) Es un país eminentemente montañoso con enormes extensiones de tierras de agricultura campesina bajo uso agropecuario, actual o previamente cubiertas de bosques con gran diversidad biológica. 2) La población rural, si bien ha decrecido en términos relativos, en números absolutos sigue incrementando y una proporción importante de ésta se encuentra sumamente dispersa a lo largo y ancho del territorio Mexicano en condiciones de aislamiento y marginación; y 3) El incremento de la pobreza tanto en el campo como en las ciudades y el estancamiento del empleo en sectores no agrícolas de la economía dificultan la integración de un sector importante de la población rural a las zonas urbanas del país. Bajo estas condiciones, la tierra sigue siendo un medio muy importante para aliviar la pobreza para una buena parte de la población rural.

De esta manera, en México existen tanto factores que promueven el abandono de la agricultura campesina, como factores que lo restringen. En el contexto de la crisis del sector rural han emergido nuevos patrones de aprovechamiento de recursos naturales; en algunos casos inducen la recuperación de las coberturas forestales y en otros la pérdida de las mismas. Esta última tendencia parece dominar en las regiones campesinas del país, que son al mismo tiempo las más biodiversas, marginadas y aisladas del país. Argumentaremos que bajo estas condiciones es muy difícil que en México pueda darse una transición forestal a gran escala como las que experimentaron los países desarrollados en los dos últimos siglos. Aunque, en efecto, algunas regiones muestran signos de recuperación de las coberturas forestales asociadas al abandono agrícola (Klooster 2003b, Bray y Klepeis 2005, López *et al.* 2006, Guerrero *et al.* 2008) todavía se observa uno de los procesos de deforestación más intensos en el mundo (FAO 2006), en particular en las regiones campesinas que

supuestamente deberían estar en recuperación forestal.

La discusión se organiza de la siguiente manera: en la segunda sección se analiza el MTF a fin de identificar los principales mecanismos que se proponen pueden inducir una transición forestal. En la tercera sección se analiza la evolución y las características de la población rural y urbana, los flujos migratorios y la importancia de la agricultura campesina en México. En la cuarta sección describimos y analizamos los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo para las principales formaciones forestales de México a nivel nacional y a través de una serie de estudios de caso a nivel regional a fin de identificar y cuantificar procesos de pérdida y ganancia de las coberturas forestales. En la última sección se discuten las implicaciones para el diseño de políticas de desarrollo rural sustentable en México.

2 Antecedentes

2.1 Modelo de Transición Forestal (MTF)

El modelo de transición forestal (MTF) es un esfuerzo por explicar las causas de la recuperación de la superficie forestal observadas durante los dos últimos siglos en países desarrollados y, más recientemente, en algunos países del tercer mundo. En su forma más simple el MTF, propuesto originalmente por Mather (1992) y Mather y Needle (1998), sugiere que las transiciones forestales en los países desarrollados pueden explicarse por un ajuste continuo (y natural) de la producción agrícola a los suelos de mejor calidad, cuyo resultado ha sido el incremento de la productividad por unidad de área. En esencia, se argumenta que en las etapas tempranas de desarrollo de una sociedad (es decir, una

sociedad agrícola basada en sistemas de producción tradicionales) la producción agrícola se realiza de manera independiente a la calidad del suelo; es decir, las áreas de cultivo se eligen al azar y por lo tanto la productividad promedio es baja. El crecimiento poblacional durante esta etapa induce la deforestación, pues se requiere extender las áreas de cultivo para producir más alimento. Sin embargo, a través de un proceso de “aprendizaje” del paisaje se van seleccionando los suelos de mejor calidad, en donde la productividad es mayor. Éste proceso de ajuste permite incrementar la productividad por unidad de área y, por lo tanto, reducir la cantidad de tierra que se requiere para producir una unidad de alimento. Con el tiempo, las áreas agrícolas se concentran en los mejores suelos maximizando la productividad promedio. Si la demanda de alimento permanece constante, es posible reducir la superficie de cultivo y liberar las áreas menos productivas, abriendo paso a la recuperación de las áreas forestales. La productividad promedio puede incrementar en ausencia de innovaciones en las prácticas de manejo, pero las tecnologías que afectan positivamente los rendimientos pueden acelerar el proceso de “ajuste agrícola”.

Se ha sugerido que las transiciones forestales ocurridas en Europa y Norteamérica, facilitadas por el modelo de desarrollo que adoptaron, son un ejemplo de éste mecanismo (Mather y Needle 1998, Mather 2001). Los estudios sobre la historia ambiental de países como Francia (Mather *et al.* 1999), Estados Unidos (Walker *et al.* 1997, Mather 2001), Dinamarca (Mather y Needle 1998) y Suiza (Mather 2001), sugieren que la recuperación de la superficie forestal se dio después y como consecuencia de una serie de cambios estructurales en el patrón de desarrollo económico impulsados durante su industrialización. Dicho proceso tuvo dos efectos principales: 1) la concentración de la población rural en los centros urbanos, y 2) la concentración e intensificación de la agricultura en las mejores

tierras (ajuste agrícola), que creó regiones agrícolas especializadas en donde fue posible incrementar la productividad y liberar mano de obra y tierra de las áreas en donde la especialización no era posible. El resultado fue la diferenciación espacial de la producción agropecuaria, los asentamientos humanos y las áreas forestales, que generó un paisaje cada vez más especializado. La Figura 1 sintetiza los factores principales que intervinieron durante este proceso.

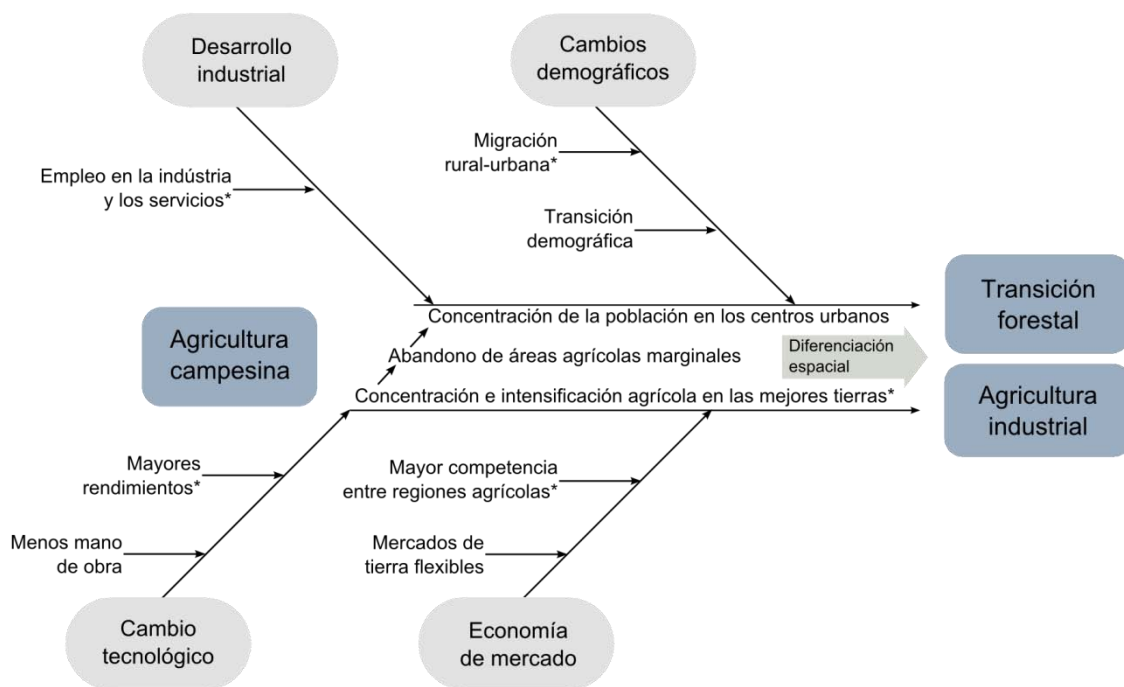


Figura 1. Principales factores que intervinieron en las transiciones forestales en países en desarrollo de acuerdo con el MTF: Innovaciones tecnológicas en la agricultura (p. ej. Mejores prácticas de manejo y herramientas de trabajo), que permitieron el incremento en los retornos por unidad de área y trabajo. Debido a que dichas innovaciones tenían mejores resultados en los mejores suelos, la producción agrícola se concentró y se especializó en esas áreas. La expansión de la economía de mercado facilitó la reubicación de la producción agrícola debido a una mayor competencia entre las áreas agrícolas y a través de mercados de tierra flexibles. Los agricultores más productivos pudieron especializarse y ampliar la escala de la producción, mientras que aquellos ubicados en áreas marginales abandonaron su tierra. Tanto la creación de oportunidades de empleo no agrícola en las ciudades durante el desarrollo de la industria y el desplazamiento de la producción agrícola marginal por agricultores más productivos propiciaron el despoblamiento del campo y la concentración de la población en las urbes. En consecuencia, la presión de la población sobre las áreas forestales disminuyó y el abandono de las áreas agrícolas marginales

permitió la regeneración forestal. *Estos factores se presentan parcialmente en México, como se explicará más adelante.

2.2 Modelos relacionados y sus críticas

La hipótesis de que la intensificación de la agricultura puede “ahorrar tierra” se ha formulado desde diferentes ámbitos académicos. Esta idea, llamada hipótesis de Bourlaug (sensu Rudel 2001), sugiere que la intensificación agrícola en la agroindustrialización permite incrementar la productividad por unidad de área, de manera que es posible satisfacer la demanda de alimento de la población con menor superficie de tierras (ver p.ej. Borlaug 2000). De acuerdo con Green *et al.* (2005) esta estrategia de producción tiene ventajas comparativas en relación a la “agricultura amigable”, en el sentido de que permite maximizar la producción de alimentos en un área y con ello optimizar la conservación de poblaciones silvestres en áreas no sujetas a uso agropecuario. No obstante, como mencionan Vandermeer y Perfecto (2005) este planteamiento ignora las consecuencias ambientales del uso de biocidas y fertilizantes, se basa en el supuesto de que la agricultura orgánica es menos productiva que la agricultura convencional e ignora la existencia de otras vías que ponen énfasis en la distribución de alimentos y la seguridad alimentaria para resolver las necesidades de alimentación de las próximas generaciones. Por otro lado, también supone que el área destinada a la agricultura está determinada únicamente por los requerimientos de producción y el rendimiento promedio. Sin embargo, bajo condiciones favorables, las explotaciones capitalistas tienden a expandirse sobre todas las áreas disponibles para la producción a costa de grandes extensiones de bosques (Angelsen y Kaimowitz 2001).

Otro modelo estrechamente relacionado al MTF es el de la “modernización ecológica”, que sugiere que las economías capitalistas son capaces de reformarse para perseguir objetivos ambientales. La relación entre desarrollo económico y calidad ambiental se describe por una curva en forma de U invertida (conocida como curva de Kuznet), que indica que durante el desarrollo temprano de una sociedad el crecimiento económico se relaciona de manera positiva con la degradación, pero conforme la economía se desarrolla y se acumula riqueza llega un punto de retorno a partir del cual el desarrollo conduce al mejoramiento de la calidad del ambiente. Típicamente esta relación se ha estudiado para indicadores de contaminación atmosférica (p. ej. Óxido sulfúrico), aunque se ha tratado de extender hacia indicadores de deforestación (Koop y Tole 1999, Ehrhardt-Martinez *et al.* 2002, Culas 2007).

Este modelo ha recibido diversas críticas (p. ej. Arrow *et al.* 1996, Stern 2004). Dentro de ellas se encuentran principalmente el hecho de que supone que el deterioro ambiental no afecta la actividad ni el potencial económico del presente y del futuro. Por otro lado, en caso de existir una curva de Kuznet ésta sería el resultado de la especialización económica a nivel internacional, en donde la economía de los países desarrollados se concentra en el desarrollo de tecnología y servicios de información, mientras que la de los países en desarrollo en la exportación de materia prima y mano de obra. En este sentido, los países desarrollados estarían transfiriendo sus externalidades ambientales a los países en vías de desarrollo. Además, aunque en los países desarrollados ha mejorado el desempeño de algunos indicadores ambientales, en otros han empeorado (p. ej. emisiones de CO₂). Finalmente, las bases empíricas de la modernización ecológica también se han cuestionado, en particular a partir los supuestos estadísticos en que se han basado los estudios

econométricos (p.ej. Harbaugh *et al.* 2002).

2.3 Críticas al MTF

Las críticas que han recibido los modelos mencionados arriba pueden extenderse al MTF. Adicionalmente, podemos mencionar algunos problemas específicos, principalmente concernientes al soporte empírico del MTF. En efecto, aunque el patrón que siguieron varios países industrializados parece ajustarse al MTF, su aplicación en países en desarrollo es más problemática. En primer lugar, no existe un único mecanismo que explica las transiciones forestales que han ocurrido o están ocurriendo en el mundo. Si bien se estima que 38% de los países atraviesan en mayor o menor medida procesos de transición forestal (Rudel *et al.* 2005), éstos responden a diversos mecanismos. Por ejemplo, en el mismo estudio se distinguen las transiciones experimentadas por países Europeos y de Norteamérica, que siguen el patrón predicho por el MTF, y un segundo tipo experimentadas por países asiáticos y promovidas por la escasez de recursos forestales.

En segundo lugar, al menos en Latinoamérica las transiciones forestales han estado restringidas a áreas específicas, con excepción de Puerto Rico en donde en efecto ocurrió una transición a nivel nacional (Rudel *et al.* 2000, Grau *et al.* 2003). Perz (2007) menciona cuatro dificultades principales para la aplicación del MTF en países tropicales: una conceptualización y distinción limitada entre diferentes tipos y calidades de cobertura forestal; no reconoce la existencia de dinámicas diferentes para diferentes tipos de bosques; la existencia de múltiples explicaciones para las transiciones que han ocurrido en países en desarrollo; y, como consecuencia la dificultad de realizar generalizaciones sobre los

mecanismos que las propician. Estos aspectos son muy importantes en países con paisajes diversos y complejos, diferentes trayectorias históricas y contextos culturales, y con un desarrollo económico muy polarizado. Como argumentaremos, en dichas situaciones las respuestas de los agricultores al proceso de industrialización y sus consecuencias en la dinámica de CCUS son mucho más complejas que el escenario simplista que plantea el MTF.

3 México y el MTF: efectos de la industrialización en los patrones demográficos y en la agricultura.

El desarrollo industrial en México ha sido un proceso altamente polarizado, desigual e incompleto. Sus inicios datan de finales del siglo XIX durante la dictadura de Porfirio Díaz. Aunque este periodo sentó las bases de la industrialización en México (Haber 1989), no se desarrolló un sector manufacturero importante sino hasta la segunda mitad de los años 30, con la adopción del modelo de sustitución de importaciones impulsado durante el Cardenismo (1934-1940) (Baer 1972). Este modelo de desarrollo se dio con una fuerte intervención y control por parte del estado (Hansen 1978 p. 61), quien tenía el papel de administrar recursos y empresas estratégicas para el país (p. ej. petróleo, electricidad, ferrocarriles), la regulación de los mercados, el control de precios y el financiamiento y fomento de la industria y la producción agropecuaria. Este periodo trajo cambios importantes en todos los ámbitos de la sociedad mexicana (para una revisión desde la economía ecológica ver Toledo y Bocco 2008). La población total se triplicó y se vivió un intenso proceso de urbanización alimentado por intensos flujos del campo hacia las

ciudades. En 1940 el 65% de la población económicamente ocupada se concentraba principalmente en el sector agropecuario, la industria absorbía apenas el 13% y los servicios poco menos del 20%. Para 1990 sólo el 24% de la población ocupada se dedicaba al sector primario y el resto a sectores no agrícolas (INEGI 2001).

Como parte de las demandas de la revolución mexicana (1910-1920) se impulsó la reforma agraria. En los 72 años que duró esta política se repartieron 106 millones de ha. (54% del territorio mexicano) a más de 4 millones de hogares campesinos (INEGI 2007). Sin embargo, el reparto tuvo dos momentos principales. Durante el periodo cardenista se repartieron áreas agrícolas y forestales previamente explotadas por haciendas y empresas privadas nacionales y extranjeras. Pero en las administraciones posteriores se privilegió a la propiedad privada y, para cumplir con las demandas de la reforma agraria, se repartieron a los campesinos áreas desérticas y forestales clasificadas como “incultas” por el gobierno (Hewitt de Alcántara 1978 p. 17-30, Klooster 2003a). El sector ejidal y comunal recibió así sólo el 52% de la tierra cultivable (la mayor parte durante el Cardenismo) (de Janvry *et al.* 1995), pero el 80% de las áreas forestales del país, en las cuales se encuentra el 74 por ciento de la biodiversidad nacional, el 83 por ciento de las áreas naturales protegidas y las dos terceras partes de los recursos hídricos del país (SRA 2008). No obstante que la gran mayoría de los campesinos recibió tierras marginales para la agricultura, éste sector jugó un papel muy importante para el crecimiento industrial, pues abasteció de alimentos y mano de obra barata a las grandes urbes del país en donde se desarrollaba la industria nacional (Hansen 1978, Appendini 2001p. 33). De esta manera, la industrialización en México se dio a la par y, en parte, gracias a la distribución de la tierra y no de su concentración, a diferencia de lo que ocurrió en los países desarrollados.

El modelo de sustitución de importaciones terminó con la crisis de la deuda de 1982. Durante la segunda mitad de la década de los 80 se pasa de una política de fuerte intervención y control estatal a una política de baja intervención gubernamental y apertura comercial. Actualmente México es considerado uno de los países más abiertos del mundo (Villareal y Ramos 2001, Gwartney y Lawson 2007) y uno de los casos más exitosos en cuanto a captación de inversión extranjera directa (IED) (Palma 2003). Sin embargo, las cuantiosas inversiones no se han reflejado en el mejoramiento de los salarios ni en la generación de empleo, en general se considera que la industria manufacturera, la cual en su mayoría corresponde a industrias maquiladoras está desarticulada de la economía nacional (Revenga 1997, Villareal y Ramos 2001, Palma 2003, Ruiz-Nápoles 2004).

3.1 Evolución de la población rural y urbana

Si en el periodo anterior se fomentó la creación y ampliación de la propiedad social o comunal, en el modelo neoliberal se da un giro en el que se ve a la propiedad privada como condición necesaria para impulsar la productividad en el sector rural. Así, se da por terminado el reparto agrario en 1992 y se abre la posibilidad de privatizar los terrenos ejidales. Con las crisis que afectaron al país entre 1982-1994, las devaluaciones de la moneda, la adopción de políticas neoliberales y las recientes modificaciones a las leyes agrarias se esperaba que el sector campesino prácticamente desapareciera. De hecho las nuevas políticas hacia el sector agropecuario estaban explícitamente pensadas para “seleccionar” sólo a los productores más competitivos y sacar del campo a quienes no pudieran adaptarse al nuevo esquema. Se pensaba también que la contracción de la

agricultura campesina y la reubicación de los campesinos en otros sectores económicos traería beneficios ambientales importantes, pues –siguiendo una lógica similar al MTF, se liberarían áreas de agricultura marginal para su reconversión forestal.

En efecto, el modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones provocó un desplazamiento importante de la población rural hacia las grandes ciudades del país. Como en los países industrializados el crecimiento urbano se debió a intensos flujos migratorios del campo a la ciudad. Entre 1940 y 1970 casi el 40% (69% si se considera a los hijos de los migrantes) del crecimiento de las ciudades mayores a 15 mil habitantes se debió a este fenómeno (Alba 1977 citado en Carton de Grammont en prensa). Durante este periodo el país se volvió predominantemente urbano. Actualmente, si consideramos urbanas a las localidades con 2500 o más habitantes, el 75% de la población en México es urbana. Esta cifra sitúa a México dentro de los países más urbanizados del mundo (UN 2006). El patrón de urbanización en México se caracteriza por su acelerado crecimiento y su concentración excesiva en unas cuantas ciudades. Por ejemplo, sólo tres ciudades constituían los principales polos de atracción de la migración interna: la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. En 1970 estas tres ciudades concentraban más del 50% de la población urbana ubicada en localidades de más de 15,000 habitantes. Sólo la ciudad de México concentraba el 38% de este sector de la población, el 46.7 % del PIB industrial y el 45.5 % del PIB en servicios (Garza y Rivera 1993).

Aunque la proporción de la población rural con respecto a la urbana ha disminuido, en términos absolutos ha incrementado a un ritmo moderado desde principios de siglo (Figura 2). Durante el periodo de máximo crecimiento poblacional (1940-1980) la tasa media de crecimiento anual (TMCA) rural fue de 1.7%, mientras que entre 1980-2005 ésta fué de

0.4%. Esta capacidad de crecer y de expulsar migrantes se debió a las elevadas tasas de fecundidad en el campo, que entre 1960 y 1980 oscilaban entre 8 y 7 hijos por mujer (Núñez, 1998). Gracias a ello hoy en día México también es uno de los 20 países con mayor población rural en el mundo (UN 2006). La proporción de la población rural seguirá disminuyendo como consecuencia del crecimiento de la población urbana y de la estabilización de la población rural.

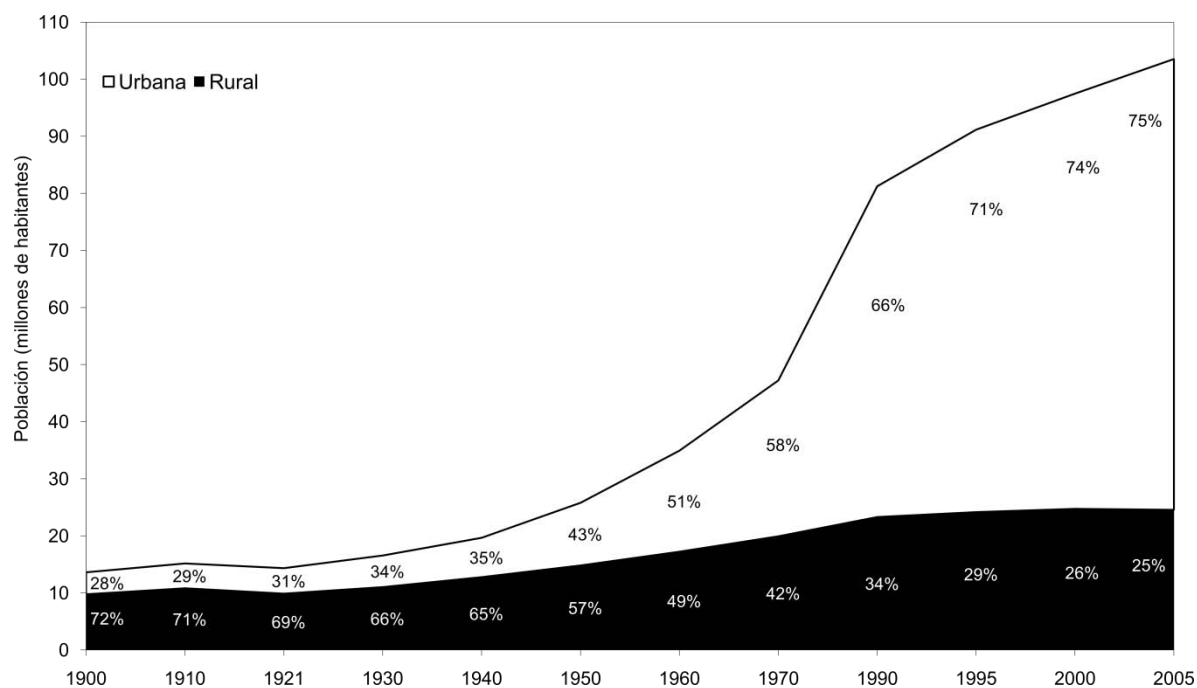


Figura 2. Crecimiento absoluto y relativo de la población rural y urbana 1900-2005. Fuente: 1900-1995, ITAM (2004); 2000-2005, XII Censo General de Población (INEGI 2000) y II Censo de Población y Vivienda (INEGI 2005).

Si bien, México es casi tan urbano como muchos de los países desarrollados y será igual o más en los próximos años (CONAPO 2004b), las características de la población rural son muy diferentes a las que poseen estos países, en donde la población rural se concentra en los alrededores de las ciudades con servicios y niveles de vida parecidos a los de las ciudades (Link, 2001 citado en Carton de Grammont en prensa). En México, la

población total está distribuida en más de 187 mil asentamientos humanos, 98% de los cuales corresponden a localidades rurales. El 92% de éstas (más de 170 mil) últimas son localidades menores a 500 habitantes, en donde vive el 43% de la población rural (~10 millones de personas) con un promedio de 60 habitantes por localidad (Figura 3). La gran mayoría de las localidades rurales se encuentran alejadas de los polos de desarrollo. Sólo el 15% se ubican en los alrededores de ciudades de más de 15 mil habitantes y más del 76% se consideran alejadas o en condiciones de aislamiento (lejos de ciudades y vías de comunicación con tránsito regular) (CONAPO 2004).

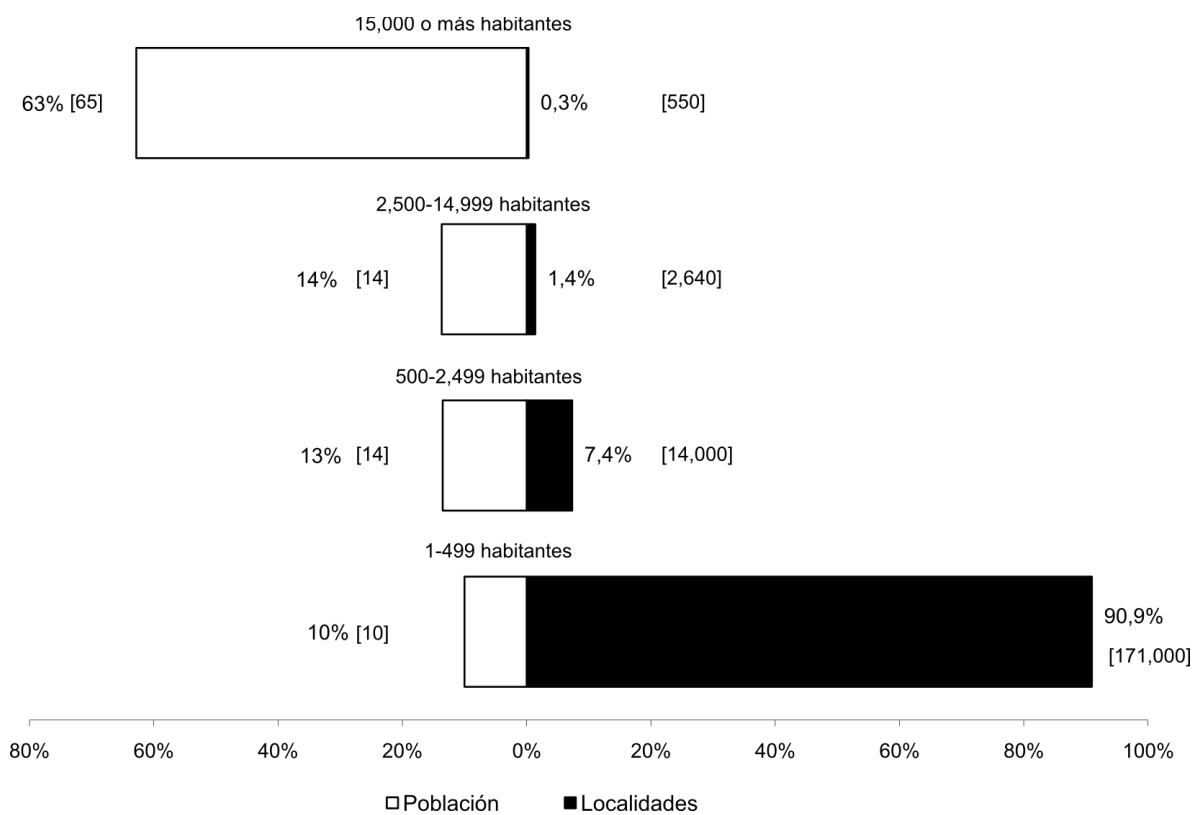


Figura 3. Distribución de la población por tamaño de localidad en porcentajes y números absolutos. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI 2005).

Las características de la distribución de la población en México (alta dispersión y aislamiento) determinan que una proporción elevada de la población rural quede al margen del desarrollo económico (centrado en las ciudades) y dependa de manera más estrecha de los ecosistemas que habita. Considerando la distribución histórica de los ecosistemas forestales tropicales y templados, que en conjunto cubrían alrededor de la mitad del territorio mexicano, observamos que el 80% de la población rural se encuentra dentro de este rango de distribución¹. A su vez, la mayor parte de este sector se concentra en los estados del centro y sur del país, que son también los estados más pobres, con mayor presencia de grupos indígenas y las principales regiones de agricultura campesina del país (Cuadro 1). Así mismo constituyen entidades que aún mantienen superficies forestales importantes. De hecho, ya se ha estudiado la relación entre la distribución de los grupos indígenas y la diversidad biológica (Toledo 2001).

La integración de la población rural a las áreas urbanas del país se ha dificultado con la caída de los salarios y el empleo a partir de los años 70, exacerbada con las crisis de principios de los 80 y mediados de los 90. Por otro lado, el modelo de desarrollo neoliberal en México ha tenido un impacto muy limitado en el crecimiento de los salarios y el empleo (Palma 2003), y en consecuencia ha afectado los flujos migratorios campo-ciudad. En 2000 sólo el 18% de los movimientos migratorios internos fueron del campo a la ciudad, mientras que el 48% correspondieron a flujos entre ciudades medianas (CONAPO 2004b). Los flujos además han adquirido un carácter predominantemente temporal debido a la dificultad de los migrantes para establecerse en las regiones de atracción bajo las nuevas condiciones laborales (Carton de Grammont en prensa). De esta manera, aunque se sigue

¹ Estimación propia obtenida a partir de la agregación de la población rural por tipo de vegetación de acuerdo al mapa de vegetación potencial de Rzedowski (2006).

dando, la migración rural-urbana en México ya no constituye una fuerza importante para la redistribución de la población rural. En las últimas cuatro décadas, sin embargo, la migración internacional se intensificó considerablemente, desplazando a los flujos internos. Pero ¿qué tanto podemos considerarla como un factor de despoblamiento?

Entidad	Población rural ^a	Población indígena ^b	Marginación ^c	Superficie forestal 2000 (Km ²) ^d	Superficie agrícola temp (Km ²) ^e	% población rural	% población indígena	% superficie forestal 2000	% superficie agrícola temp
NACIONAL	24,552,392	12,402,900		635,920	169,759	24%	12%	33%	9%
Oaxaca	1,884,024	2,024,500	Muy alta	62,004	10,967	53%	57%	67%	12%
Chiapas	2,262,456	1,185,600	Muy alta	37,988	14,764	52%	27%	52%	20%
Hidalgo	1,122,175	595,000	Alta	5,419	4,564	48%	25%	26%	22%
Tabasco	897,517	164,600	Alta	1,906	3,081	45%	8%	8%	13%
Zacatecas	593,224	9,200	Media	14,293	11,555	43%	1%	19%	15%
Guerrero	1,333,384	584,400	Muy alta	41,421	7,512	43%	19%	65%	12%
Veracruz	2,828,660	1,194,200	Alta	12,402	14,666	40%	17%	17%	21%
San Luis Potosí	912,295	398,900	Alta	7,663	6,265	38%	16%	13%	10%
Nayarit	322,809	103,000	Media	15,698	2,702	34%	11%	57%	10%
Durango	502,877	53,800	Media	54,485	5,685	33%	4%	44%	5%
Michoacán	1,286,359	291,600	Alta	32,805	7,054	32%	7%	56%	12%
Guanajuato	1,494,834	58,000	Media	6,680	5,738	30%	1%	22%	19%
Querétaro	485,712	60,900	Media	3,578	1,169	30%	4%	31%	10%
Puebla	1,591,187	1,056,200	Alta	11,305	8,468	30%	20%	33%	25%
TOTAL	17,517,513	7,779,900		307,645	104,190	71%	63%	48%	61%

Cuadro 1. Relación entre ruralidad, población indígena, marginación, superficie forestal y superficie agrícola de temporal. El cuadro muestra las entidades con el 30% o más de su población ubicada en localidades rurales. El índice de marginación y el % de la población rural están correlacionados, debido a que el CONAPO incluye una variable de ruralidad en sus estimaciones. Los porcentajes en la fila de totales están calculados en relación a las cifras a nivel nacional. Fuentes: a. Censo de población y vivienda 2005 (INEGI 2005); b. Estimaciones de la población indígena en México (Fernández *et al.* 2002); c. Índices de marginación, 2005 (CONAPO 2006); d. Inventario Nacional Forestal 2000 (Velázquez *et al.* 2002); e. Superficie agrícola de temporal sembrada en 2000 de acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON 2006).

3.2 *Migración internacional*

Desde la década de los 70 la migración hacia los Estados Unidos adoptó ritmos sin precedentes y pasó de ser un fenómeno regional a un fenómeno de carácter nacional (Durand en preparación). Entre 1960 y 1970 los flujos migratorios hacia ese país no pasaban las 30 mil personas por año, pero para 2003 habían alcanzado casi las 400 mil (CONAPO 2004a). En 2005 México ocupó el primer lugar a nivel mundial en flujo neto de migrantes (IOM 2005) y actualmente más del 96% (2,342) de los municipios participan en algún grado en la migración (Durand en preparación). Pese a su intensidad, las características de la migración internacional en México sugieren que no constituye necesariamente un factor de despoblamiento para las comunidades rurales. En primer lugar, la migración hacia los EU se ha caracterizado por su carácter circular. Durante el periodo 1997-2002 el 46% de los migrantes regresaron a sus comunidades de origen, cifra inferior al del periodo 1987-1992 pero superior a 1992-1997. Dependiendo de la región esta cifra puede variar entre el 27% (sur) y el 60% (norte) (CONAPO 2005). La cercanía a la frontera, las políticas migratorias y el dinamismo de la economía regional y de los EU, la existencia de redes sociales, el arraigo a las comunidades de origen y la experiencia migratoria de éstas son factores que determinan el tiempo de estancia de los migrantes (CONAPO 2000). Las estancias temporales pueden ser de muy largo plazo. Evidencia de ello es que una proporción elevada de los migrantes de retorno se encuentra en edades avanzadas, que regresan a México a jubilarse después de una larga vida de trabajo en los EU (CONAPO 2006).

En segundo lugar, la migración internacional se ha convertido en una fuente de financiamiento importante para el sector rural. En 2007, México ocupó el tercer lugar en

captación de remesas a nivel mundial, con un valor de 25 mil millones de dólares (Ratha y Xu 2008). Dichas inversiones se están utilizando en el mejoramiento de la calidad de vida de la población rural, así como para financiar actividades tanto agrícolas como no agrícolas (Davis 2000, de Janvry y Sadoulet 2001, Hamilton *et al.* 2003).

En tercer lugar, debido a los altos costos que implica el traslado hacia los EU los estratos más pobres de la población encuentran limitaciones para migrar. La migración se correlaciona más con niveles de marginación medio y bajo que con niveles altos o muy altos (CONAPO 2000). Por ejemplo, los grupos indígenas, salvo algunas excepciones, han estado al margen de los procesos migratorios y sólo recientemente han incrementando su participación (Durand en preparación). Así mismo, las entidades que concentran buena parte de la población indígena y marginada, la mayoría de ellas del sur y sureste del país, tienen una participación menor en la migración (Cuadro 2) (CONAPO 2005).

Entidad	Población indígena ^a	% de población indígena	Marginación ^b	Intensidad migratoria ^c
Nacional	12,402,900	12%		
Yucatán	1,181,500	65%	Alto	Muy bajo
Oaxaca	2,024,500	57%	Muy alto	Medio
Quintana Roo	423,000	37%	Bajo	Muy bajo
Campeche	229,300	30%	Alto	Muy bajo
Chiapas	1,185,600	27%	Muy alto	Muy bajo
Hidalgo	595,000	25%	Alto	Alto
Puebla	1,056,200	20%	Alto	Medio
	6,695,100	54%		

Cuadro 2. Población indígena, grado de marginación e intensidad migratoria para las entidades con el 20% o más de población indígena. Fuentes: a. Estimaciones de la población indígena en México (Fernández *et al.* 2002); b. Índices de marginación, 2005 (CONAPO 2006); c. Índices de intensidad migratoria (CONAPO 2002).

La inmigración representa una de las presiones más fuertes para los EU, lo que ha ocasionado el endurecimiento de las políticas anti-inmigratorias con altos costos económicos para el país receptor y sociales para las regiones de origen. Estas políticas se exacerbarán conforme se intensifique la expulsión de personas de los países pobres. Además, la actual recesión económica de los EU puede ser un factor que provoque la disminución de los flujos hacia ese país y aumente la probabilidad de retorno de los migrantes.

3.3 Importancia de la agricultura en el sector rural

Desde mediados del siglo pasado el sector agropecuario en México ha venido perdiendo importancia en comparación con otros sectores de la economía, tanto en relación al PIB nacional como a la proporción de la población ocupada. Hasta principios de la década de 1980 esta tendencia se debió sobre todo al rápido crecimiento de los sectores secundario y terciario y de la población urbana intrínsecamente ligada a ellos, así como a los problemas derivados de la crisis agrícola. Pero a partir de las últimas cuatro décadas una creciente participación del sector rural en actividades no vinculadas directamente a la producción agropecuaria comenzó a cobrar mayor importancia. Por ejemplo, entre 1970 y 2000 la proporción de la población rural ocupada en el sector primario pasó de 65% a 45% y se estima que entre 1992 y 2004 la tercera parte (alrededor de 1.4 millones) de los hogares agropecuarios, principalmente hogares campesinos pobres, abandonaron la agricultura (Carton de Grammont en prensa). De acuerdo con este autor, la “desagrarización” del campo se debe a dos razones principales: 1) la pérdida de

rentabilidad de las actividades agropecuarias que obligó a los productores menos competitivos o bien a abandonar la actividad y reubicarse en otros sectores productivos o bien, en la mayoría de los casos, a diversificar las fuentes del ingreso familiar, destinando parte de la mano de obra y tiempo disponible hacia otras actividades; y 2) el crecimiento demográfico y el fin del reparto agrario que provocaron un aumento en el número de hogares sin tierra.

No obstante, prevalece un número importante de productores agropecuarios. El padrón del programa de apoyos directos al campo (PROCAMPO), con una cobertura del 70% de los productores agrícolas, registró en 2007 2.4 millones de agricultores activos² (Calderón 2007). La mayor parte de ellos (77%) siguen cultivando en superficies menores a 5 ha y se ubican principalmente en las regiones de temporal del país (ASERCA 2003). Asimismo, después de registrar una caída durante los años 80, la superficie de cultivos volvió a incrementarse a principios de los 90, especialmente la superficie de cultivos de temporal (SIACON 2006). Cabe notar que este incremento coincide con el inicio del PROCAMPO en 1993. A la superficie de cultivos hay que agregarle la superficie utilizada para uso ganadero, estimada en alrededor de 90-100 millones de ha. (Toledo 1990, Améndola *et al.* 2008). Este tipo de actividad sigue extendiéndose en prácticamente todos los tipos de vegetación, con fuertes impactos para la conservación del suelo (compactación y erosión) y la capacidad de regeneración de la cubierta vegetal. Hay que notar que aunque existen menos agricultores, la superficie de cultivo no ha variado de manera sustancial, lo que indica que existe un proceso importante de concentración de la tierra.

² Esta cifra incluye sólo productores que poseen tierras, no incluye trabajadores agrícolas cuya población se estima en alrededor de 5 millones. Es posible que el padrón de PROCAMPO sobreestime a la población de agricultores, ya que el apoyo se otorga al poseedor del predio agrícola y no a quién lo trabaja (que podría ser un productor con convenios de arrendamiento con varios poseedores). Carton de Grammont (en prensa) estima una cifra similar usando datos de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares.

Más que abandonar la actividad, la mayoría de los agricultores han optado por adaptarse mediante la diversificación de sus fuentes de ingreso. Algunas estimaciones indican que el 98% de los hogares vinculados al sector primario también están involucrados en actividades ajenas a este, al grado de que 93% de los ingresos monetarios totales que obtienen provienen del empleo rural no agrícola (ERNA) (Carton de Grammont en prensa). Destacan entre ellas el salario (p. ej. en la construcción), el autoempleo (negocios propios), las remesas y los subsidios gubernamentales (p. ej. PROCAMPO) (ver también los trabajos de de Anda *et al.* 1999, Davis 2000, de Janvry y Sadoulet 2001).

La literatura sobre el desarrollo económico sugiere que la pluriactividad (o la falta de especialización) en el sector rural se mantiene sólo en la medida en que la población agrícola se integra a los circuitos económicos industriales (vía el intercambio comercial) y, en este sentido, constituye un estado transitorio de las economías en desarrollo en donde el resultado final es la especialización de las actividades productivas, tanto agrícolas como no agrícolas (p. ej. Hymer y Resnick 1969). Sin embargo, como menciona Reardon (2001), estos enfoques ignoran las diferencias interregionales que afectan el crecimiento (y el tipo) del ERNA y su desarrollo entre áreas con diferente potencial productivo (p. ej. zonas de temporal vs zonas de riego). En países como México, en donde el desarrollo económico se concentra en sólo algunas áreas del país y en donde se presenta un sector agropecuario fuertemente segmentado estos aspectos son fundamentales.

El tipo de ERNA y la posibilidad de emplearse en una actividad fuera de la parcela depende de factores de atracción, tales como salarios mejor remunerados en otros sectores, y de repulsión tales como la escasez de tierra, una producción precaria y riesgosa y la falta de capital para invertir en las actividades agropecuarias (Reardon *et al.* 2001). Otro aspecto

importante es el acceso a las fuentes de empleo, determinado principalmente por el nivel socioeconómico de la unidad familiar y la ubicación geográfica (de Janvry y Sadoulet 2001, Yúñez-Naude y Taylor 2001).

De acuerdo con Reardon (2001) el nivel de pluriactividad aumenta en los sectores más pobres de la población rural pero también en los más ricos. No obstante, en ambos operan dos lógicas diferentes. El incremento de la participación de estos últimos se explica porque tienen un nivel educativo más alto y por lo tanto mayores posibilidades de incorporarse en actividades bien remuneradas (los factores de atracción son más fuertes), también es posible que se encuentren mejor ubicados en relación a los centros urbanos, con mejores carreteras y servicios básicos, crédito y políticas favorables y la posibilidad de subsanar el traslado de los miembros de la familia son mayores. Este patrón sería similar al que sigue la clase alta de agricultores que surge de la integración comercial con el sector industrial y la especialización productiva que se sugiere en el modelo de Hymer y Resnik (1968). Este tipo de agricultores encuentran en la pluriactividad un círculo virtuoso, en donde los recursos económicos y educativos les permiten capitalizarse cada vez más mediante la acumulación de tierras y la agroindustrialización, como en efecto está ocurriendo en algunas regiones del país.

Pero para la población rural más pobre, con poca o ninguna tierra, son los factores de presión los que han generado la necesidad de buscar actividades complementarias, sin embargo la falta de educación y de recursos les impide acceder a actividades bien remuneradas o bien ampliar sus acervos productivos para mejorar su condición. Por lo general se ubican en áreas poco accesibles, con bajo potencial agrícola, con menos servicios y presentan mayores dificultades para costear los traslados hacia las ciudades.

Debido a estas circunstancias su capacidad de especialización y acumulación de capital está fuertemente limitada. de Janvry y Sadoulet (2001) encontraron por ejemplo que la población indígena encuentra mayores dificultades para incorporarse en empleos con mejores salarios y en la migración que el resto de la población campesina. Poseer tierra para los sectores más pobres es muy importante, pues permite asegurar, al menos en parte, sus necesidades de alimentación, acceder a los subsidios gubernamentales o bien constituye un medio para la venta o el arrendamiento.

La necesidad de buscar otras fuentes de ingreso ha inducido la reorganización o la transformación de los sistemas de producción, principalmente en respuesta a la escasez de mano de obra que ha provocado la reubicación de la fuerza laboral en otros sectores económicos. Esto también ha debilitado los acuerdos de cooperación comunitarios en que se basaba el manejo de los sistemas de producción tradicionales, altamente demandantes de mano de obra (p. ej. García-Barrios y García-Barrios 1996). En algunos casos se han eliminado las labores de conservación de suelos e introducido fertilizantes, herbicidas y maquinaria agrícola con el fin de reducir la demanda de trabajo para la producción agrícola (Maser 1990, García-Barrios y García-Barrios 1996). La ganadería, principalmente la ganadería extensiva de bovinos, ha respondido bien a las necesidades de los campesinos al ser una actividad que se adapta a las variaciones en la disponibilidad de mano de obra y capital de la familia, además de constituir una opción para el ahorro y a su vez una fuente de proteína animal. La migración temporal, la acumulación de ganado y el cultivo de forrajes y maíz se han vuelto parte de las estrategias de los campesinos en México para minimizar los efectos de la crisis del sector agropecuario y el riesgo asociado a la actividad en el contexto de la apertura comercial del país (Davis 2000).

Finalmente, es importante mencionar que el abandono de la agricultura no implica el abandono del campo y tampoco que la población rural haya dejado de ejercer presión sobre los recursos forestales. Por ejemplo mientras que sólo la mitad de la población rural está involucrada en la agricultura, en la mayoría de los hogares rurales se sigue cocinando con leña (Ghilardi *et al.* 2007). De hecho, el uso de leña como combustible en el sector rural ha prevalecido a pesar del creciente acceso a otras fuentes de combustible como el gas LP (Masera *et al.* 2000).

4 Pérdidas/Ganancias de las coberturas forestales 1976-2000

La pérdida de coberturas forestales ha sido particularmente intensa en México. Se estima que la cobertura forestal histórica, incluyendo bosques templados y tropicales, cubría la mitad del territorio mexicano, con alrededor de 1 millón de km² (Rzedowski 2006). A la fecha México ha perdido la mayor parte de su cobertura forestal original. Si la estimación previa es correcta, alrededor del 50% de las coberturas primarias totales se habría perdido para 1976 y poco más del 60% para 2000 (Mas *et al.* 2004). Algunas estimaciones realizadas para las décadas de los 70 y los 90 indican que ya para entonces se había perdido el 90% de la superficie original de bosque tropical húmedo (Rzedowski 2006), 70% del bosque tropical seco (Trejo y Dirzo 2000) y 50% del bosque templado (Masera *et al.* 1997). Dentro de las causas directas de la deforestación la expansión de la frontera agropecuaria ha sido la más importante, mientras que para la degradación son los incendios forestales y la extracción ilegal de madera (Masera *et al.* 1997).

¿En qué medida la urbanización, la migración y la desagrarización del campo han

propiciado o pueden propiciar un cambio en las tendencias anteriores o incluso un proceso de recuperación forestal? En esta sección exploramos esta pregunta a partir del análisis de cambio en la cobertura y uso del suelo (CCUS) realizado por Mas *et al.* (2004) a nivel nacional para el periodo 1976-2000. Adicionalmente, para confirmar los resultados y detallar los procesos de CCUS a escalas espaciales y temporales más finas realizamos una revisión de varios estudios de caso a nivel regional. Los mapas originales de este estudio, facilitados por los autores, fueron reprocesados con el fin de reagrupar la clasificación original en tres formaciones forestales: bosques templados (BT), bosque tropical perennifolio y subperennifolio (BTPSB) y bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (BTCSC), y dos formaciones antrópicas: áreas agrícolas y pastizales inducidos y cultivados. Los estudios de caso fueron seleccionados de acuerdo con dos criterios: los estudios debían de estar realizados en fechas posteriores a 1980 o bien, incluir en el análisis series de tiempo antes y después de esta fecha. El análisis se centra en la cuantificación de cuatro procesos principales: deforestación, degradación, revegetación y regeneración. Entendemos la deforestación como la conversión de áreas forestales (ya sea bosque primario o bosque secundario) en áreas para la producción agropecuaria, uso urbano u otras actividades y la degradación como la remoción parcial de la biomasa forestal (cambio de bosque primario a bosque secundario), causada por ejemplo por la explotación forestal o los incendios forestales. La revegetación es el cambio de una cobertura antrópica a bosque secundario (proceso inverso a la deforestación), mientras que la regeneración es el cambio de bosque secundario a bosque primario (proceso inverso a la degradación).

4.1 Pérdida de coberturas a nivel nacional

El Cuadro 3 resume los principales resultados del análisis de CCUS para México entre 1976-2000. Para 1976 todavía existían alrededor de 561 mil km² de bosques templados y tropicales primarios, pero para 2000 la superficie se redujo a poco menos de 390 mil, a una tasa de cambio anual de 1.5% (casi 7 mil km² por año). La reducción más drástica la experimentaron los BTPSP, que perdieron el 34% de su superficie durante el periodo a un ritmo de 1.7% anual. Le siguieron los BT con una reducción del 32%, con tasas de cambio anual de 1.6%. Por último, los BTCSC perdieron el 27% de su cobertura a un ritmo de 1.4% anual. Si consideramos la superficie absoluta, los BT tuvieron la mayor pérdida, que asciende a casi 100 mil km². La Figura 4 (página 29) muestra con más detalle las principales transiciones entre las 3 coberturas forestales primarias, los bosques secundarios y las coberturas antrópicas.

	Superficie 1976 (Km ²)	Superficie 2000 (Km ²)	Cambio (Km ²)	% Cambio	TMCA
<i>Coberturas forestales totales</i>	730,997	635,330	-95,667	-13%	-0.6%
Primarias	561,351	388,500	-172,852	-31%	-1.5%
Secundarias	169,645	246,830	77,185	45%	1.6%
<i>Bosque templado</i>	352,108	324,777	-27,331	-8%	-0.34%
Primario	303,093	206,007	-97,086	-32%	-1.6%
Secundario	49,015	118,770	69,755	142%	3.8%
<i>Bosque tropical</i>	378,888	310,553	-68,336	-18%	-0.83%
Primario	258,258	182,493	-75,765	-29%	-1.4%
Secundario	120,630	128,060	7,430	6%	0.3%
<i>Perennifolio y Subperennifolio</i>	112,246	90,852	-21,394	-19%	-0.9%
Primario	94,147	62,195	-31,952	-34%	-1.7%
Secundario	18,098	28,657	10,559	58%	1.9%
<i>Caducifolio y Subcaducifolio</i>	266,643	219,701	-46,942	-18%	-0.8%
Primario	164,111	120,298	-43,813	-27%	-1.3%
Secundario	102,532	99,403	-3,129	-3%	-0.1%
<i>Cultivos</i>	263,366	309,512	46,147	18%	0.7%
<i>Pastizales inducidos y cultivados</i>	150,288	198,746	48,458	32%	1.1%
Total	1,144,650	1,143,588			

Cuadro 3. Cambios en las coberturas forestales y agropecuarias 1976-2000. La información puede tener ligeras diferencias con los datos de Mas *et al.* (2004) publicados ya que los mapas originales fueron reprocesados para la reagrupación de las categorías de vegetación. Los cambios de y hacia otras coberturas naturales (p. ej. matorrales) o antropogénicas (p. ej. áreas urbanas) no fueron considerados. La superficie total para 1976 y 2000 no coincide totalmente debido a que se excluyeron algunas categorías. TMCA es la tasa media de cambio anual expresada en porcentajes y calculada de acuerdo al método propuesto por Dirzo y García (1992)

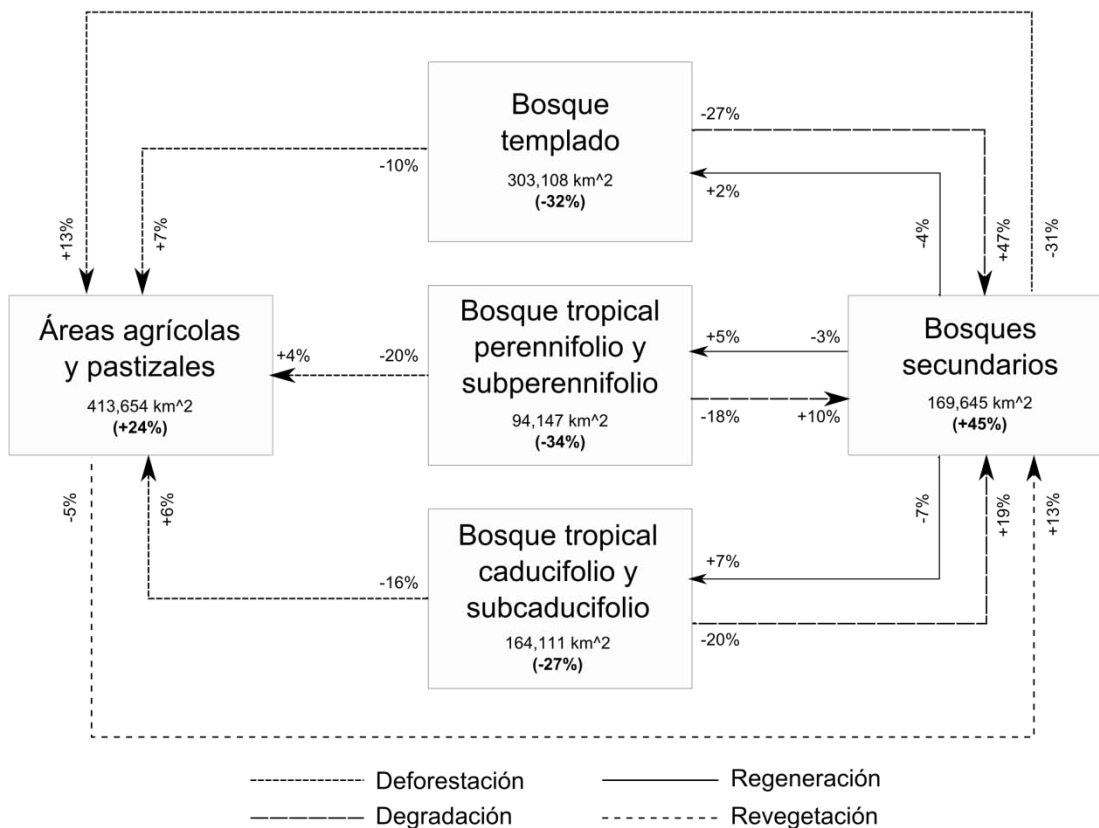


Figura 4. Transiciones entre las principales coberturas forestales y antrópicas. Los cuadros de la figura indican la superficie total de cada cobertura para 1976 y entre paréntesis el balance neto entre pérdidas y ganancias en el periodo de análisis. Los porcentajes con signo negativo, al inicio de las líneas, indican la proporción de la superficie que se perdió de 1976 a 2000. Los porcentajes con signo positivo, al final de la línea, indican la proporción de la superficie que se ganó en cada cobertura para el mismo periodo. Los números pueden no coincidir debido a redondeo.

4.2 Deforestación y degradación forestal en México

La degradación forestal y la deforestación constituyen los procesos más importantes en la dinámica de CCUS en México. La degradación es el proceso dominante. Si consideramos el total de las coberturas forestales primarias, el 63% de las pérdidas se debieron a procesos de degradación. No obstante, la intensidad varía entre los tipos de vegetación. El 75% de las pérdidas de BT primarios se debieron a este proceso (lo que

equivale a una reducción del 27% de la superficie presente en 1976). La deforestación en cambio, fue ligeramente más importante para los BTPSP.

La mayor parte de la deforestación se dio a costa de coberturas forestales primarias, aunque un porcentaje importante (40%) ocurrió sobre coberturas secundarias. La expansión de pastizales fue el factor más importante en los procesos de deforestación. El 58% de la superficie total deforestada fue transformada hacia pastizales y el resto hacia cultivos. A lo largo del periodo de análisis el área de estas coberturas incremento 32%, comparado con un incremento del 18% de las áreas de cultivo. En total, las coberturas antrópicas incrementaron 19% con respecto a la superficie ocupada en 1976. Estas cifras muestran la importancia de la actividad ganadera en la transformación del medio natural, aún cuando subestiman la superficie ocupada debido a que no incluyen grandes extensiones de bosques abiertos y semi-abiertos que son utilizados como agostaderos.

La importancia de la degradación también se refleja en el notable incremento que tuvieron las coberturas de bosques secundarios. En el periodo considerado aumentaron 45%, pasando de poco menos de 170 mil km² en 1976 a casi 247 mil en 2000. Se observó un incremento especialmente importante de las coberturas secundarias para el BT y BTPSP; de 142% y de 58% respectivamente (ver Cuadro 3). El 80% del crecimiento observado en las coberturas secundarias se debió a procesos de degradación y el resto a la revegetación de áreas agrícolas y pastizales.

4.3 Revegetación y regeneración de las coberturas forestales

Poco más de 21 mil km² de áreas de cultivo y pastizales pasaron a coberturas

secundarias, lo que equivale a un incremento del 13% de la superficie de bosques secundarios totales con respecto a 1976. Los BT y BTCSC secundarios fueron los que recuperaron una mayor superficie, aunque en términos porcentuales la revegetación contribuyó con casi el 30% del incremento en las coberturas secundarias de los BTPSP. No hubo diferencias en la contribución a la revegetación entre áreas agrícolas y pastizales. La regeneración total se estimó en poco más de 32 mil km², lo que representó una contribución del 6% para las coberturas forestales totales primarias. Una superficie equivalente al 19% de los bosques secundarios pasó a bosques primarios, aunque este proceso sólo resultó en ganancias de 2% para el BT, 5% para los BTPSP primarios y 7% para el BTCSC.

En contraste con los procesos de ganancia, las pérdidas totales representaron decrementos de 36%, 37% y 38% para el BTCSC, BT y BTPSP respectivamente, dando como resultado un saldo neto negativo para cada una de -27%, -32% y -34% respectivamente. La pérdida de las coberturas forestales, incluyendo coberturas primarias y secundarias, fue casi cinco veces más intensa que los procesos de ganancia. La degradación en relación a la regeneración fue cuatro veces más intensa y la deforestación seis veces mayor a la revegetación.

Los resultados anteriores muestran que en efecto existe un proceso importante de recuperación de las superficies forestales a partir de ganancias sobre las coberturas antrópicas. No obstante, los procesos de deforestación y degradación continúan a ritmos acelerados. Es importante considerar que estos resultados pueden estar afectados por algunos errores importantes en las fuentes cartográficas. La exactitud del mapa de coberturas de 2000 se estima entre el 90%-95% al nivel de agregación que utilizamos (Mas *et al.*, 2004; Couturier, 2007). Existe confusión principalmente entre áreas de vegetación

secundaria con pastizales y cultivos, coberturas primarias con bosques perturbados o bosques tropicales primarios con vegetación secundaria (Couturier, 2007). Para el mapa de coberturas de 1976 no existe una evaluación de la exactitud espacial, aunque se asume que es alta debido a que se realizó con validación en campo. No obstante, se realizó a lo largo de un periodo de 6 años, de manera que la exactitud temporal es baja (± 3 años). Debido a ello es posible que los resultados que presentamos estén considerando parte de la deforestación ocurrida durante los programas de colonización y ganaderización de los trópicos entre los años 70-80 y la extracción maderera por parte de las paraestatales que continuó hasta 1975. No obstante, a nivel nacional es la mejor información con la que se dispone a la fecha³ y nos permite ilustrar a grandes rasgos las principales tendencias en el CCUS a nivel nacional. Es importante sin embargo, confirmar los resultados a partir de estudios más detallados.

4.4 Patrones regionales

Para analizar las diferencias interregionales en los patrones de CCUS utilizamos la regionalización usada por Masera *et al.* (1992), que divide el país en cuatro grandes zonas: noreste, noroeste, centro y sureste. Estas regiones poseen características contrastantes, lo que nos permite, al menos de manera muy general, diferenciar algunos patrones generales por región. El Cuadro 4 resume algunas de las principales diferencias en los procesos de CCUS y en las características demográficas y socioeconómicas de las cuatro regiones.

³ Existen actualmente otros dos mapas de coberturas a nivel nacional, uno para 1993 y el otro para 2002. El primero duplica la información de 1976 y tiene una exactitud muy baja (Mas *et al.* 2004), mientras que el segundo no es compatible con los mapas de 2000 y 1976 debido a que se cambió el sistema de clasificación. Actualmente se trabaja en la serie IV que proveerá un mapa de coberturas para 2007.

Al menos a este nivel de análisis, la intensidad en la pérdida de las coberturas forestales no se relaciona con diferencias interregionales en las características demográficas y socioeconómicas. Las porciones noreste y noroeste poseen los niveles de vida más altos considerando el PIB per cápita, lo que también se refleja en niveles de marginación bajos. La proporción de la población rural y la densidad poblacional son también menores a las cifras a nivel nacional. Aún así, sólo el noroeste concentra el 45% de la degradación total del país y posee la tasa de pérdida de coberturas primarias más alta de las cuatro regiones. El noreste tiene las tasas de deforestación más bajas, pero también una proporción de áreas forestales mucho menor que el resto de las regiones. En contraste la región sureste, con los niveles de marginación más altos, una proporción de la población rural elevada, alta densidad poblacional y muy baja participación en la migración, acumula la mayor parte de la deforestación (44%). La región centro es la más densamente poblada. Concentra más de la mitad de la población total del país, el 56% de la población urbana y el 56% del PIB nacional, aunque el PIB per cápita es menor al de las regiones del norte. La proporción de la población rural es muy baja, sin embargo concentra el 45% de la población rural total del país (11 millones de habitantes). La región incluye estados de alta participación en la migración, tales como Michoacán, Jalisco y Colima. A pesar de sus altos niveles de urbanización, mayor dinamismo económico y alta migración, presenta tasas de pérdida de coberturas forestales ligeramente más altas que el promedio nacional, concentra el 30% de la deforestación y el 24% de la degradación.

	Región			
	Noreste	Noroeste	Centro	Sureste
Proporción superficie forestal nacional (%)	7%	34%	27%	32%
Superficie de bosques primarios en 1976				
BT	8%	21%	29%	15%
BTPSP	1%	0%	1%	27%
BTCSC	5%	10%	25%	20%
Total	13%	31%	54%	62%
TMCA	-0.9%	-1.8%	-1.6%	-1.5%
Incremento	-20%	-35%	-32%	-31%
Distribución porcentual de los procesos de pérdida/ganancia				
Deforestación	8%	18%	30%	44%
Degradación	4%	45%	24%	27%
Regeneración	8%	17%	31%	44%
Revegetación	5%	10%	36%	48%
Superficie de cultivos y pastizales				
Superficie agrícola 1976	12%	7%	27%	11%
Superficie agrícola 2000	12%	8%	31%	17%
Incremento	8%	8%	16%	49%
Superficie pastizales 1976	5%	1%	9%	19%
Superficie pastizales 2000	6%	3%	12%	24%
Incremento	24%	124%	31%	25%
Características demográficas				
Densidad de población (personas/km ²)	34	18	151	52
Población rural (% de la población total por región) ^a	18%	18%	20%	41%
Población indígena (% de la población total por región) ^b	4%	6%	9%	31%
Intensidad migratoria (promedio regional) ^c	Alta	Media	Alta	Muy baja
Características socioeconómicas				
Distribución del PIB nacional (pesos de 1993) ^d	17%	14%	56%	12%
PIB per cápita (pesos de 1993) ^d	16,954	16,125	15,106	8,873
Marginación (promedio regional) ^e	Baja	Baja	Media	Alta

Cuadro 4. Cambios en la cobertura y uso del suelo y características demográficas y socioeconómicas por región en México. Noreste: Aguascalientes, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Noroeste: Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Durango y Sinaloa y Sonora. Centro: Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Sureste: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. a. Censo de población y vivienda 2005 (INEGI 2005); b.

Estimaciones de la población indígena en México (Fernández *et al.* 2002); c. Índice de intensidad migratoria (CONAPO 2002).; d. Sistema de Cuentas Nacionales 2001-2006 (INEGI 2008); c. Índices de marginación, 2005 (CONAPO 2006).

Las diferencias interregionales en los procesos de CCUS son un reflejo de las actividades económicas que se han desarrollado en los diferentes ecosistemas forestales del país. Chihuahua y Durango, ubicados en la porción noroeste son los principales productores de madera del país; en conjunto concentran el 47% (más de 3 millones de m³) de la producción forestal maderable legal y el 52% del valor de la producción forestal, la mayor parte destinada a la producción de papel (SEMARNAT 2004). Un volumen importante también se extrae de manera ilegal. Los intereses de compañías papeleras y madereras, la apertura comercial, la falta de organización en ejidos y comunidades, una regulación deficiente y la falta de aplicación de las leyes ambientales hacen de la tala clandestina un problema muy grave en esta región (Guerrero *et al.* 2002). Buena parte de la actividad forestal se concentra también en el centro del país. El 29% de la superficie regional son BT y acumula el 28% de los volúmenes de aprovechamiento forestal nacional y el 32% del valor de la producción, así como el 46% de la capacidad instalada de la industria forestal maderera (SEMARNAT 2004). Las actividades forestales constituyen una fuente de empleo importante; por ejemplo en la región Purépecha en el estado de Michoacán se estima que el 24% de la población, unas 150 mil personas dependen directa o indirectamente del sector forestal (Maserá *et al.* 1998). Tanto en el noroeste como en el centro un problema grave que se enfrenta para el uso sustentable de los bosques es la tala clandestina.

En conjunto, el centro y sureste del país acumulan el 74% de la deforestación. En ambas, tanto las actividades ganaderas como la agricultura, principalmente de temporal, son muy importantes. El 74% de la superficie de pastizales cuantificados en este estudio y el 67% de las existencias de ganado bovino para carne del país se concentran en estas dos regiones. Sólo el sureste concentra el 50% de la superficie de pastizales y el 37% de las existencias ganaderas (11 millones de cabezas)⁴ (SIACON 2006). Asimismo, acumulan el 62% de la superficie de cultivos (23% en el sureste y 39% en el centro) y el 69% de la superficie sembrada de temporal entre 2000-2005, la mayor parte de la cual puede considerarse bajo uso en sistemas agrícolas campesinos. En el periodo analizado, los pastizales y cultivos incrementaron en la región centro en 30% y 16% respectivamente, y en el sureste en 25% y 50% respectivamente. En especial, Quintana Roo, Yucatán y Campeche de la región sureste tuvieron incrementos considerables tanto en la superficie de pastizales como de cultivos. Quintana Roo por ejemplo quintuplicó su superficie de pastizales y duplicó su superficie agrícola. De hecho, los pastizales se incrementaron notablemente en las cuatro regiones durante el periodo de análisis, principalmente en el noroeste, lo que señala una tendencia a la ganaderización del campo consistente con lo señalado por Davis *et al.* (2000)⁵.

Con una demanda estimada en 38 millones de m³ (Masera *et al.* 1996), la extracción de

⁴ El noreste y norte del país constituyen también regiones ganaderas importantes, que se especializan en la cría de becerros al destete. Aunque las existencias ganaderas son menores, se utilizan grandes extensiones de tierras áridas y semiáridas (no analizadas en este estudio) con índices de agostadero mucho más bajos que en el sureste del país. Mientras que una cabeza de ganado utiliza entre 2-3 ha de tierra en el trópico húmedo, en las zonas áridas se requieren entre 30-50 ha.

⁵ No obstante, las existencias de ganado para carne disminuyeron un 16% entre 1980 y 2006 (SIACON 2006). Esta discrepancia podría explicarse por las siguientes razones: 1) El abandono de las actividades agropecuarias por un número importante de productores y la acumulación de tierras por parte de otros que continuarían con la actividad, y que prefirieron reducir el sobre-pastoreo en lugar de acumular más ganado. De hecho la producción de carne ha incrementado a pesar de la reducción del hato ganadero; 2) la degradación de pastizales y la apertura de nuevas áreas; 3) la apertura de pastizales en ausencia de ganado como estrategia de apropiación de tierras sobre áreas de uso común.

leña puede considerarse otro factor importante de la degradación. Dado que las regiones centro y sureste concentran el 80% de la población rural (más de 19 millones de habitantes), principal usuaria de este recurso forestal, podemos suponer que este factor tiene un peso importante en los procesos de degradación en estas regiones. Sin embargo, otro factor muy importante en la degradación de bosques templados y tropicales son los incendios forestales y se estima que causan alrededor del 50% de la degradación forestal (Maser *et al.* 1992).

En cuanto a los procesos de ganancia se observa que se concentran principalmente en las regiones centro y sur del país, que en conjunto suman el 75% de la regeneración y 84% de la revegetación. Es de esperar estos resultados, en el caso de la revegetación, debido a que ambas regiones concentran la mayor parte de la superficie de cultivos. Por otro lado, la mayor parte de los procesos de ganancia ocurrieron en bosques tropicales, lo que podría explicarse por tres razones principales: 1) una alta confusión entre coberturas primarias y secundarias, sobre todo para el caso del BTCSC; 2) un mayor dinamismo en los procesos de sucesión secundaria en el caso del BTPSP; 3) la agricultura de roza y quema y roza-tumba y quema que se practica en estas regiones, que requieren de periodos de descanso para recuperar la fertilidad de las parcelas agrícolas. Podríamos esperar también procesos importantes de abandono agrícola en la región centro dado su nivel de urbanización, menor nivel de marginación, menores condiciones de aislamiento para las comunidades rurales y altas tasas de migración. Sin embargo, con la información disponible no es posible establecer esta relación con precisión, por lo que es necesario acudir a estudios de caso más detallados.

4.5 Estudios de caso a nivel regional

Estudios realizados en diferentes regiones del país, que incluyen periodos de análisis entre 1980 y 2005, permiten confirmar que la pérdida de coberturas forestales continúa a ritmos acelerados, con una tendencia al incremento del deterioro en algunas regiones del país. Pero también existen procesos de revegetación paralelos, que en algunos casos ha permitido la recuperación de áreas forestales. Desafortunadamente, la mayoría de los estudios cuantifican el proceso de deforestación de coberturas primarias, pero omiten información sobre los procesos de revegetación y/o regeneración paralelos. Lo anterior se entiende por el peso histórico que ha tenido la deforestación en los procesos de CCUS. El Cuadro 5 muestra las tasas y las superficies deforestadas que se reportan en 15 estudios de caso para diferentes periodos de análisis entre 1970 y 2005. Se incluyen las tasas reportadas por la FAO (2006) y por Mas *et al.* (2004) a nivel nacional. Todos los estudios de caso se concentran en el sureste y centro del país, por lo que no tenemos representatividad nacional. Sin embargo, la gran mayoría se encuentran dentro de áreas de alta importancia para la conservación de la biodiversidad en México.

Fuente	Región	TMCA (%)			Superficie t1 (ha)	Cambio neto (ha)	% Cambio
		t1-t2	t2-t3	t3-t4			
FAO, 2006	Nacional	-1.1 (1990-2000)	-1.2 (2000-2005)		38,775,000	-5,925,000	-15%
Mas <i>et al.</i> , 2004	Nacional	-1.5 (1976-2000)			56,058,600	-16,775,700	-30%
Mas <i>et al.</i> , 2004	Nacional	-3.3 (1993-2000)			48,421,200	-10,186,600	-21%
Bosque Tropical Perenifolio y Subperennifolio							
Flamenco-Sandoval <i>et al.</i> , 2007	Selva del Ocote, Chiapas	-1.2 (1985-1995)	-6.8 (1995-2000)		63,597	-23,347	-37%
Gomez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	2.6 (1980-2000)			249,474	-101,463	-41%
Mendoza y Dirzo, 1999*	Selva Lacandona, Chiapas	-1.9 (1974-1984)	-1.1 (1984-1991)		82,438	-19,327	-23
Porter- Bolland, 2007*	La Montaña, Campeche	-0.3 (1988-2000)	-0.7 (2000-2005)		177,942	-26,836	-15%
Velázquez <i>et al.</i> , 2003	Estado de Oaxaca	-2.0 (1980-2000)			n.r.	n.r.	n.r.
Bosque Tropical Caducifolio y Subcaducifolio							
Bray <i>et al.</i> , 2004	Zona Maya, Quintana Roo	-0.4 (1976-1984)	-0.1 (1984-2000)		432 013	-27,022	-6%
Cuevas, 2008	La Huacana, Michoacán	-0.2 (2000-2003)	-1.7 (2003-2006)		66,118	-3,677	-6%
Gómez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	-0.2 (1980-2000)			143,045	-5,190	-4%
Turner <i>et al.</i> , 2001	Península de Yucatán	-0.4 (1969-1987)	-0.3 (1987-1997)		1,104,200	-159,100	-14%
Bosque Templado							

Fuente	Región	TMCA (%)			Superficie t1 (ha)	Cambio neto (ha)	% Cambio
		t1-t2	t2-t3	t3-t4			
Brower <i>et al.</i> , 2002	Mariposa Monarca, Mich. y Edo. de Mex.	-1.7 (1971-1984)	-2.4 (1984-1999)		27,485	-12,225	-44%
Cayuela <i>et al.</i> , 2006	Altos de Chiapas	-1.3 (1975-1990)	-4.7 (1990-2000)		216,363	-118,024	-55%
Flamenco-Sandoval <i>et al.</i> , 2007	Selva del Ocote, Chiapas	-0.3 (1985-1995)	-2.4 (1995-2000)		66,024	-9,002	-14%
Galicia y García Romero, 2007	Eje Neovolcánico Transversal	-0.5 (1970-1980)	-0.4 (1980-1990)	-0.1 (1990-2000)	59,369	-5,506	-9%
Garibay <i>et al.</i> , 2008*	Región Purépecha, Michoacán	-0.3 (1976-2000)	-0.2 (2000-2005)		220,618	-19,101	-9%
Gomez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	-0.5 (1980-2000)			817,749	-79,509	-10%
Guerrero y Masera, 2008	Región Purépecha, Michoacán	-0.9 (1986-2000)			208,518	-23,766	-11%
Ochoa-Gaona y González Espinosa, 2000	Altos de Chiapas	-1.6 (1974-1984)	-2.1 (1984-1990)	-4.7 (1990-1996)	202,000	-85,000	-42%
Ramírez y Zubieta, 2005	Mariposa Monarca, Mich. y Edo. de Méx.	-0.2 (1993-2000)	-0.8 (2000-2003)		106,607	-3,853	-4%
Velázquez <i>et al.</i> , 2003	Estado de Oaxaca	-1.0 (1980-2000)			n.r.	n.r.	n.r.

Cuadro 5. Tasas y superficies deforestadas por región para diferentes estudios realizados a nivel regional entre 1970-2005. Todas las tasas fueron estimadas de acuerdo al método propuesto por Dirzo y García (1992) y FAO (2006). TMCA es la tasa media anual de cambio expresada en porcentajes. *Estos trabajos incluyen bosques primarios y secundarios en las estimaciones de las tasas de deforestación. n.r. = no reportado.

Varios estudios documentan procesos de revegetación en Michoacán (Klooster 2003b, López *et al.* 2006, Garibay y Bocco 2007, Guerrero *et al.* 2008), Yucatán y Quintana Roo (Bray y Klepeis 2005, Porter-Bolland *et al.* 2007), el Estado de México (Galicia y García-Romero 2007) y Chiapas (Cortina 2006). Los procesos de revegetación reportados de hecho responden a dos patrones principales. Uno de ellos se relaciona propiamente con el abandono de la agricultura campesina, como ocurre en Michoacán, en donde las altas tasas de migración y la baja rentabilidad del cultivo de maíz han ocasionado el abandono de las áreas agrícolas (Klooster 2003b, López *et al.* 2006). Asimismo, en un estudio conducido en los Altos de Chiapas se encontró que en las localidades en donde hay mayor participación en la migración, en la educación y en actividades relacionadas al comercio y la industria (e.g. construcción) incrementó la superficie forestal como consecuencia de la reducción de la superficie de cultivos; aunque la agricultura no se abandonó por completo los productores redujeron el área destinada al cultivo de maíz, restringieron la actividad a los mejores suelos y abandonaron las áreas de más difícil acceso o con peores condiciones para cultivar (Cortina 2006). En las regiones tropicales el fin del periodo de colonización (1970-1980), el incremento de la migración en la región, la introducción de cultivos comerciales intensivos, la degradación de suelos y la invasión de plagas en las áreas de cultivo han reducido las presiones sobre las áreas forestales y favorecido el abandono de la agricultura campesina (Bray y Klepeis 2005).

Sin embargo, la recuperación de áreas forestales también responde a un segundo patrón. De acuerdo con Bray y Klepeis (2005) el fortalecimiento de la organización y de la gestión local de recursos naturales en ejidos y comunidades indígenas forestales favoreció procesos de recuperación forestal importantes. Este mismo tipo de experiencias de

forestería comunitaria ha tenido resultados similares en diversas regiones del país (Durán *et al.* 2005), aunque todavía se mantienen como casos aislados debido a la falta de políticas y mayores incentivos que las promuevan. En los Altos de Chiapas la existencia de una organización fuerte ha sido determinante para la conservación de áreas forestales y para evitar la apertura de nuevas áreas para la agricultura (Cortina 2006).

A pesar de los procesos de recuperación forestal reportados en diferentes partes del país, la deforestación y degradación siguen dominando. Todas las estimaciones realizadas (17) para diferentes coberturas en los 15 estudios de caso indican una pérdida neta de las masas forestales (Cuadro 4). En el 44% (8) de las estimaciones que incluyen diferentes periodos de tiempo (de 1984-2006) se observó una tendencia al incremento de los procesos de deforestación y degradación forestal, mientras que en el 28% (5) se observó una tendencia a la baja⁶. Los estados del sur –en particular Chiapas y Oaxaca, presentan tasas de deforestación especialmente altas relacionadas tanto con la expansión de la frontera agrícola como con la explotación forestal (Ochoa-Gaona y González-Espinosa 2000, Velázquez *et al.* 2003, Cayuela *et al.* 2006, Galicia y García-Romero 2007). En los altos de Chiapas por ejemplo, las tasas de deforestación pasaron de 1.3-1.4 entre 1974 -1990 a pérdidas de más del 4% anual entre 1990-2000 (Ochoa-Gaona y González-Espinosa 2000, Cayuela *et al.* 2006), principalmente por la expansión de la agricultura de roza-tumba y quema y la extracción de madera y leña . En estas regiones habitan grupos indígenas con altos niveles de marginación, cuya población sigue en aumento y continúan con serias restricciones para incorporarse en los escasos mercados de trabajo de la región.

⁶ Las TMCA no son totalmente comparables debido a que los periodos de tiempo analizados en los estudios de caso difieren en muchos casos. Las TMCA estimadas por Garibay *et al.* 2008 por ejemplo incluye un periodo de 24 y otro de 5 años.

Garibay y Bocco (2007) y Guerrero *et al.* (2008) reportan también procesos de deforestación importantes asociados a la expansión del cultivo de aguacate en Michoacán. En un principio este cultivo sustituyó áreas previamente cultivadas, pero una vez agotadas se expandió rápidamente sobre las áreas forestales. El cultivo de aguacate sigue el patrón de “auge de productos básicos” (commodity boom) en donde la convergencia de una serie de condiciones (alta demanda, incentivos gubernamentales, tierras y mano de obra disponible) provocan la expansión de la frontera agrícola a costa de la destrucción de grandes extensiones de bosques (Angelsen y Kaimowitz 2001).

En las regiones tropicales son las actividades ganaderas las que han tenido un mayor impacto sobre las coberturas forestales (Turner *et al.* 2001, Mendoza 2003, Porter-Bolland *et al.* 2007). Un patrón típico que se observa es la apertura de nuevas áreas para el cultivo de maíz mediante el sistema de roza y quema o roza-tumba y quema y el establecimiento de pastizales después del primer o segundo año de cultivo, una vez que la fertilidad del suelo se ha perdido. En un estudio conducido en el estado de Chiapas, Valdivieso *et al.* (2008) documentan la sustitución de los sistemas agrícolas por pastizales para la ganadería, promovida por la pérdida de rentabilidad del cultivo de maíz, sobre todo a partir de la crisis de 1994, la introducción de programas de fomento a la actividad agropecuaria y un aumento en la migración hacia los EU. Así, entre 1975 y 2005 los predios destinados al cultivo de maíz pasaron de constituir más del 50% a cerca del 35%, mientras que los predios destinados a pastizales incrementaron de un 10% en 1975 a más del 55% en 2005. Durante este proceso también se eliminaron por completo los predios con superficies forestales y fueron mínimas las áreas que se abandonaron. Tanto el incremento de los pastizales como la intensificación de los sistemas agrícolas mediante la reducción o

eliminación de los periodos de descanso también provocó la eliminación de áreas de vegetación secundaria o “acahuales”. Éste patrón también se ha observado en otras regiones del mismo estado, en donde las tasas de deforestación incrementaron de 1.2% entre 1986-1995 a 6.8% entre 2000 y 2005 (Flamenco-Sandoval *et al.* 2007).

En la región centro del país la degradación del bosque templado es el patrón dominante (Brower *et al.* 2002, Ramírez y Zubieta 2005, Guerrero *et al.* 2008). Con el aumento de la importancia económica de la madera, la extracción ilegal se ha exacerbado al grado que ha ocasionado conflictos armados en las comunidades. En Michoacán, por ejemplo, la extracción maderera ha incrementado como resultado del aumento de la industria forestal, que incluye aserraderos, pequeñas industrias y talleres de muebles y artesanías, y la extracción de leña (Maserá *et al.* 1998). Este sector constituye una alternativa económica a la producción agrícola. De acuerdo con Klooster (2003b), la pérdida de rentabilidad del cultivo de maíz y el retiro del apoyo gubernamental a la agricultura campesina han propiciado el abandono de este cultivo en la región. Al mismo tiempo sin embargo también ocasionó la reorientación de las actividades hacia la industria artesanal y, como consecuencia, el incremento en la demanda de leña. El debilitamiento de los procesos organizativos al interior de ejidos y comunidades, resultado de la crisis del sector rural, ha sido un factor importante en la desregulación del acceso a los recursos forestales y en consecuencia para la sobre-explotación de los mismos. Aún en regiones críticas para la conservación bajo restricciones de aprovechamiento se siguen perdiendo masas forestales, como ocurre en la Reserva de la Mariposa Monarca (Brower *et al.* 2002, Ramírez y Zubieta 2005).

5 Discusión y Conclusiones

El análisis de la evolución de la población rural, de la migración, la importancia de la agricultura campesina, así como de las dinámicas de cambio en la cobertura y uso del suelo (CCUS) muestran que el MTF no es aplicable al caso de México. Aunque todavía muy general, este estudio identificó problemas importantes para su aplicabilidad. En primer lugar no hay un abandono del campo. Aunque la industrialización en México creó un sector industrial y de servicios importante y propició una rápida urbanización del país la población rural duplicó su tamaño a lo largo del siglo XX y continúa en aumento. Por otro lado, el patrón de asentamientos fue muy disperso y se establecieron localidades en prácticamente todo el territorio mexicano, especialmente las zonas templadas y tropicales.

En contraste, el crecimiento industrial se concentró en unas cuantas ciudades, excluyendo a un sector importante de la población del proceso de desarrollo. Las recurrentes crisis económicas y la re-estructuración del país durante la década de 1980 y hasta mediados de 1990 provocó la des-aceleración del crecimiento industrial y en consecuencia disminuyó la capacidad de las ciudades para absorber a la población rural. Los flujos migratorios se modificaron, y la migración hacia los EU desplazó los flujos internos campo-ciudad. Pero la migración internacional, más que constituir un factor de despoblamiento, provee de ingresos que también ayudan a mantener las actividades agropecuarias (Taylor 1999, Davis 2000, Sadoulet *et al.* 2001, Hamilton *et al.* 2003).

En segundo lugar, aunque las actividades agropecuarias han perdido importancia como fuente de ingreso, una buena parte de la población rural aún depende de ellas. La mayor parte de este sector habita en las regiones montañosas del país, que son a su vez las

regiones más marginadas y aisladas, y que aún conservan áreas forestales importantes. Mantener las actividades agropecuarias al mismo tiempo que se involucran en múltiples actividades no-agrícolas (incluyendo la migración) constituye una estrategia de sobrevivencia para reducir el riesgo en un entorno económico incierto. Aunque, en efecto, dicha estrategia ha ayudado a amortiguar los efectos de las crisis económicas, frecuentemente ha implicado la eliminación de prácticas de conservación, la adopción de sistemas que requieren mayores superficies de tierra (como la ganadería extensiva), o un uso más intensivo de los recursos forestales. Otro resultado es el debilitamiento de las instituciones locales, lo que ha comprometido la regulación en el uso y acceso a los recursos naturales. Lo anterior es importante debido a que, aún cuando la mayor parte de la población rural no está involucrada en actividades agropecuarias, todavía dependen de diversos recursos (p. ej. energéticos o alimenticios) que proveen los bosques. En síntesis, en México el proceso de despoblamiento del campo y el abandono de la tierra que plantea el MTF como necesarios para una transición forestal no se dan. Más que el patrón de abandono de la tierra y recuperación forestal, se dan procesos más complejos que involucran la recuperación forestal pero también, y en mayor medida, la pérdida de coberturas forestales.

Es posible que muchos de los países latinoamericanos tengan las mismas restricciones que México para que se dé una transición forestal tal como predice el MTF. También su desarrollo ha sido muy polarizado y su patrón de colonización ha sido muy disperso y a lo largo y ancho de regiones montañosas poco accesibles. Además, el limitado impacto que ha tenido el nuevo modelo económico en el ámbito laboral no parece ser un síntoma exclusivo de México, sino una tendencia generalizada en Latinoamérica y otras regiones del mundo

(ILO 2008). En lo que parece una constricción de los salarios y el empleo global, la pluriactividad, incluida la migración, también es una estrategia compartida entre las familias pobres del campo de muchos de los países del tercer mundo (Taylor 1999, Reardon *et al.* 2001).

Dadas las características actuales del sector rural en México y la situación económica del país no podemos esperar que la vía para revertir los procesos de deterioro de las coberturas forestales sea la salida de la población rural del campo. Parece ser más razonable apoyar los proyectos que ya están impulsando los pobladores rurales para mejorar sus condiciones de vida. Muchas comunidades en el país están dando ejemplos de que bien aprovechados, los recursos naturales de los que gozan pueden ser una vía para mejorar sus condiciones de vida al mismo tiempo que conservan y restauran sus ecosistemas (Bray *et al.* 2005). La experiencia de los países Asiáticos muestra que programas bien dirigidos, que promueve la organización y el control sobre los recursos forestales por parte de las comunidades rurales, pueden en efecto, ser una vía para la conservación y la recuperación de una buena parte de las áreas forestales (Rudel *et al.* 2005).

El MTF pone atención en el papel de las transformaciones en la agricultura y el desarrollo industrial en los procesos de CCUS. Sin embargo, para comprender la relación entre las transformaciones sociales y los procesos de CCUS se requieren análisis más integrales que reconozcan la existencia de respuestas más complejas a los procesos de globalización e industrialización que surgen en paisajes altamente heterogéneos, contextos históricos y culturales diversos y de alta polarización social. Para ello es necesario moverse de modelos extremadamente generales como el MTF a enfoques más específicos centrados

en el estudio de interacciones complejas entre los polos de desarrollo y las áreas rurales, y en las transformaciones en los modos de vida de la población rural que resultan de ellas. A nivel regional, por ejemplo, la incorporación de los campesinos al empleo rural no agrícola depende de diversos factores como la proximidad de las localidades rurales a los centros urbanos, el mercado regional de empleo, los niveles de marginación y la composición étnica de la población (de Janvry 2002). Asimismo, la existencia de redes sociales entre diferentes regiones puede facilitar la movilidad de la población y con ello ampliar el mercado de trabajo al que pueden acceder (Winters *et al.* 2001). A nivel de hogar, las respuestas de los agricultores (p. ej. la asignación de trabajo y tierra) a las restricciones y oportunidades de una región están determinadas por factores como la composición del hogar, los acervos productivos, el nivel de educación y el ciclo de vida de la unidad familiar (de Janvry y Sadoulet 2001, Perz 2002). ¿Cómo influye entonces el contexto regional y local en las dinámicas de regeneración y deterioro de las coberturas forestales? Ésta será un área en la que nos enfocaremos en una segunda etapa de investigación.

Es necesario incorporar también las consecuencias negativas del desarrollo industrial y agroindustrial, incluyendo emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación tanto de la industria como de la agricultura. Por ejemplo, 16% de las emisiones de gases de efecto invernadero provienen de la agricultura, principalmente por el uso intensivo de fertilizantes. La agricultura industrial también contribuye con la contaminación de aguas y suelo, y cada año entre el 1 y el 2% de las áreas de riego se pierden por salinización. Por otro lado, la reforestación a expensas de coberturas vegetales naturales puede conllevar contraprestaciones (o *trade offs*) importantes entre servicios ecosistémicos (Farley 2007), y la pérdida de sistemas agrícolas tradicionales está poniendo en peligro importantes

reservorios de agrobiodiversidad y conocimiento local (Altieri 1987). En resumen, el estudio de las transiciones forestales requiere de un marco de análisis diferente, enfocado en estudios sobre uso y manejo de recursos naturales a escalas finas que atienda las múltiples dimensiones espacio-temporales de las transformaciones socio-ambientales (Zimmerer 2004).

Como conclusión, la industrialización en México no ha sido una fuerza suficiente para la reubicación de la población rural en los centros urbanos del país, ni para reducir la demanda de tierras para la agricultura. No obstante, la interacción entre el sector urbano-industrial del país con el sector rural tradicional ha inducido cambios importantes en los patrones de apropiación y aprovechamiento de recursos naturales. Aunque en algunas regiones dichas transformaciones han causado el abandono de áreas de agricultura marginal, en otras ha inducido procesos más intensos de deforestación y degradación forestal.

Para enfrentar los retos asociados al calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, la degradación de recursos naturales, el hambre y la pobreza rural se requiere de nuevos enfoques. La industrialización y la agroindustrialización tal como se ha dado en los países desarrollados no constituyen modelos de referencia adecuados para los países en desarrollo. Las condiciones (biofísicas, históricas, culturales y socioeconómicas) que presentan estos últimos son muy diferentes y por lo tanto no podemos esperar los mismos resultados. Además, la globalización y la apertura de los mercados internacionales han impuesto nuevas reglas y dificultades para el desarrollo industrial de los países del tercer mundo. Finalmente, tratando de seguir el mismo patrón de desarrollo las llamadas economías

emergentes, como el caso de México, China y la India, han incrementado de manera acelerada su contribución a las emisiones de GEI. A pesar del notable incremento de la productividad agrícola a nivel mundial, el modelo agroindustrial no ha sido capaz de reducir la pobreza, el hambre y la desnutrición y en la actualidad nos enfrentamos a una crisis alimentaria a nivel mundial.

Bajo la perspectiva de que los ecosistemas terrestres seguirán en uso existe un consenso creciente en que el manejo diversificado del paisaje a través de sistemas de producción de pequeña escala que incorporen elementos tradicionales, agroecológicos y convencionales pueden solucionarse las contraprestaciones (trade-offs en inglés) entre la producción y la conservación de la biodiversidad (Vandermeer y Perfecto 2007, Beintema *et al.* 2008, Bhagwat *et al.* 2008). De acuerdo con estas propuestas se requieren políticas de desarrollo que atiendan a los pequeños productores y la población rural más pobre que habita regiones de agricultura marginal. Es necesario establecer una nueva relación entre la producción agrícola y el desarrollo industrial que reduzca las transferencias del sector rural a las ciudades e incremente las transferencias del sector urbano al rural (p. ej. a través de pago por servicios ambientales). Se requieren también modelos de gobierno descentralizados que aseguren la participación de la población local, su soberanía alimentaria y energética, el acceso a la tierra y a los recursos naturales, así como mayor inversión en investigación y desarrollo tecnológico que apunte hacia una producción diversificada y sustentable que concilie los saberes locales, agroecológicos e incluso los modelos productivistas tipo revolución verde.

6 Bibliografía

- Aide, T. M. y H. R. Grau. 2004. Globalization, Migration, and Latin American Ecosystems. *Science* **305**:1915-1916.
- Altieri, M. A. 1987. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology* **1**:49-58.
- Altieri, M. A. y O. Masera. 1993. Sustainable rural development in Latin America: building from the bottom-up. *Ecological Economics* **7**:93-121.
- Améndola, R., E. Castillo, y P. Arturo. 2008. Country pasture/forage resource profiles: México. Country pasture profiles. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Angelsen, A. y D. Kaimowitz, editors. 2001. Agricultural technologies and tropical deforestation. CABI Publishing in association with CIFOR, Wallingford, Oxon, UK.
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2003. Evaluación de la operación del PROCAMPO en el ciclo agrícola Otoño- Invierno 2002/2003 y Primavera-Verano 2003. Universidad Autónoma Chapingo (UACH) & Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, Distrito Federal.
- Appendini, K. 2001. De la milpa a los tortibonos: la reestructuración de la política alimentaria en México. 2a. edition. El Colegio de México & United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD), México, Distrito Federal.

- Arrow, K., B. Bolin, R. Costanza, P. Dasgupta, C. Folke, C. S. Holling, B.-O. Jansson, S. Levin, K.-G. Maler, C. Perrings, y D. Pimentel. 1996. Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Applications* **6**:13-15.
- Baer, W. 1972. Import Substitution and Industrialization in Latin America: Experiences and Interpretations. *Latin American Research Review* **7**:95-122.
- Beintema, N., D. Bossio, F. Dreyfus, M. Fernandez, A. Gurib-Fakim, H. Hurni, A.-M. Izac, J. Jiggins, G. Kranjac-Berisavljevic, R. Leakey, W. Ochola, B. Osman-Elasha, C. Plencovich, N. Roling, M. Rosegrant, E. Rosenthal, y L. Smith. 2008. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD): Global Summary IAASTD, Johannesburg, South Africa.
- Bhagwat, S. A., K. J. Willis, H. J. B. Birks, y R. J. Whittaker. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* **23**:261-267.
- Bhattarai, M. y M. Hammig. 2001. Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development* **29**:995-1010.
- Borlaug, N. E. 2000. Ending World Hunger. The Promise of Biotechnology and the Threat of Antiscience Zealotry. *Plant Physiology* **124**:487-490.
- Bray, D. B. y P. Klepeis. 2005. Deforestation, Forest Transitions, and Institutions for Sustainability in Southeastern Mexico, 1900-2000. *Environment and History* **11**:195-223.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, y D. Barry, editors. 2005. The Community Forests of Mexico. University of Texas, Austin.

- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negreros-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo, y H. F. M. Vester. 2003. Mexico's Community-Managed Forests as a Global Model for Sustainable Landscapes. *Conservation Biology* **17**:672-677.
- Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojorquez-Tapia, S. Díaz, D. Melgarejo, y M. Missrie. 2002. Quantitative Changes in Forest Quality in a Principal Overwintering Area of the Monarch Butterfly in Mexico, 1971-1999. *Conservation Biology* **16**:346-359.
- Calderón, F. 2007. Primer Informe de Gobierno. Presidencia de la República, México, Distrito Federal.
- Carton de Grammont, H. en prensa. La desagrarización del campo mexicano. *Convergencia, Revista de Ciencias Sociales*.
- Cayuela, L., J. M. a. R. Benayas, y C. Echeverría. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). *Forest Ecology and Management* **226**:208-218.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2000. Situación demográfica de México, 2000. CONAPO, México, Distrito Federal.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2002. Índice de intensidad migratoria México-Estados Unidos. CONAPO, México, Distrito Federal.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2004a. Encuesta sobre Migración en la Frontera Norte de México (EMIF). CONAPO, México, Distrito Federal.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2004b. Informe de ejecución del programa de acción de la conferencia internacional sobre la población y el desarrollo 1994-2003. CONAPO, México, Distrito Federal.

- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2005. Migración México-Estados Unidos: Panorama regional y estatal. CONAPO, México, Distrito Federal.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2006. Índices de marginación 2005. Consejo Nacional de Población (CONAPO), Secretaria de Gobernación (SEGOB), México, Distrito Federal.
- Cortina, S. 2006. Deforestación en los Altos de Chiapas: magnitud y causas. Recomendaciones para la planeación estratégica forestal. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Culas, R. J. 2007. Deforestation and the environmental Kuznets curve: An institutional perspective. *Ecological Economics* **61**:429-437.
- Davis, B. 2000. Las políticas de ajuste de los ejidatarios frente a la reforma neoliberal en México. *Revista de la CEPAL* **72**:99-119.
- de Anda, G. G., A. de Janvry, y E. Sadoulet. 1999. La segunda reforma agraria de México: respuestas de familias y comunidades, 1990-1994. Fondo de Cultura Económica y El Colegio de México, México.
- de Janvry, A. 2002. El desarrollo rural con una visión territorial. *in* Enfoque territorial del desarrollo rural. SAGARPA-IICA, Boca del Río, Veracruz.
- de Janvry, A. y E. Sadoulet. 2001. Income strategies among rural household in México: the role of off-farm activities. *World Development* **29**:467-480.
- de Janvry, A., E. Sadoulet, y B. Davis. 1995. NAFTA's Impact on Mexico: Rural Household-Level Effects. *American Journal of Agricultural Economics* **77**:1283-1291.

- Dirzo, R. y M. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* **6**:84-90.
- Durán, E., C. J.-F. Mas, y A. Velázquez. 2005. Land Use/Cover Change in Community-Based Forest Management Regions and Protected Areas in México. *in* D. B. Bray, L. Merino-Pérez, y D. Barry, editors. *The Community Forests of Mexico Managing for Sustainable Landscapes*. University of Texas, Austin.
- Durand, J. en preparación. Regiones de origen y destino de una migración centenaria. Department for the Study of Social Movements, University of Guadalajara, Guadalajara.
- Ehrhardt-Martinez, K., E. M. Crenshaw, y C. J. Jenkins. 2002. Deforestation and the environmental Kuznets curve: a cross-national investigation of intervening mechanisms. *Social Science Quarterly* **83**:226-243.
- Farley, K. A. 2007. Grasslands to Tree Plantations: Forest Transition in the Andes of Ecuador. *Annals of the Association of American Geographers* **97**:755-771.
- Fernández, P., J. E. García, y D. E. Ávila. 2002. Estimaciones de la población indígena en México. Situación demográfica de México. Consejo Nacional de Población (CONAPO), Secretaría de Gobernación (SEGOB), México, Distrito Federal.
- Flamenco-Sandoval, A., R. M. Martínez, y O. Masera. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation* **138**:131-145.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 2006. Forest Resource Assessment, 2005. Main report. FAO, Roma.

- Galicia, L. y A. García-Romero. 2007. Land Use and Land Cover Change in Highland Temperate Forests in the Izta-Popo National Park, Central Mexico. *Mountain Research and Development* **27**:48-57.
- García-Barrios, R. y L. E. García-Barrios. 1996. Environmental and technological degradation in peasant agriculture: A consequence of development in Mexico. *World Development* **18**:1569-1585.
- Garibay, C. y G. Bocco. 2007. Situación actual en el Uso del Suelo en Comunidades Indígenas de la Región Purépecha 1976-2005 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Morelia.
- Garza, G. y S. Rivera. 1993. Desarrollo económico y distribución de la población urbana en México, 1960-1990. *Revista Mexicana de Sociología* **55**:177-212.
- Ghilardi, A., G. Guerrero, y C. O. Masera. 2007. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy* **31**:475-491.
- Grau, H. R., T. M. Aide, K. J. Zimmerman, R. J. Thomlinson, E. Helmer, y X. Zou. 2003. The Ecological Consequences of Socioeconomic and Land-Use Changes in Postagriculture Puerto Rico. *Bioscience* **53**:1159-1168.
- Green, R. E., S. J. Cornell, J. P. W. Scharlemann, y A. Balmford. 2005. Farming and the Fate of Wild Nature. *Science* **307**:550-555.
- Guerrero, G., O. R. Masera, y J. F. Mas. 2008. Land Use/Land Cover Change dynamics in the Mexican Highlands: Current situation and long term scenarios. *in* M. Paegelow y M. Camacho, editors. *Modelling Environmental Dynamics*. Springer, London.

- Guerrero, M. T., F. Villa, M. Kelly, C. Reed, y B. Vegter. 2002. La industria forestal del estado de Chihuahua: efectos económicos, ecológicos y sociales del TLCAN. *in* Efectos ambientales del libre comercio: simposio de América del Norte sobre Análisis de los Vínculos entre Comercio y Medio Ambiente. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Quebec, Canada.
- Gwartney, J. y R. Lawson. 2007. Economic freedom of the world: 2007 annual report. Economic Freedom Network, The Fraser Institute, Vancouver.
- Haber, S. H. 1989. Industry and Underdevelopment: The Industrialization of Mexico, 1890-1940. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Hamilton, S., B. R. DeWalt, y D. Barkin. 2003. Household Welfare in Four Rural Mexican Communities: The Economic and Social Dynamics of Surviving National Crises. *Mexican Studies / Estudios Mexicanos* **19**:433-462.
- Hansen, D. R. 1978. La política del desarrollo mexicano. 2nd edition. Siglo XXI editores, México, Distrito Federal.
- Harbaugh, W. T., A. Levinson, y D. M. Wilson. 2002. Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve. *Review of Economics and Statistics* **84**:541-551.
- Hecht, S. B. y S. S. Saatchi. 2007. Globalization and Forest Resurgence: Changes in Forest Cover in El Salvador. *Bioscience* **57**:663-672.
- Hewitt de Alcántara, C. 1978. La modernización de la agricultura mexicana. 1st edition. Siglo XXI editores, México, Distrito Federal.
- Hymer, S. y S. Resnick. 1969. A Model of an Agrarian Economy with Nonagricultural Activities. *The American Economic Review* **59**:493-506.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2008. Sistema de cuentas nacionales de México: Producto Interno Bruto por Entidad Federativa. INEGI, Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. INEGI, Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001. Indicadores sociodemográficos de México 1930-2000. INEGI, Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. II Conteo de Población y Vivienda 2005. INEGI, Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2007. Resultados preliminares del IX censo ejidal 2007 INEGI, Aguascalientes.
- Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). 2004. Estadísticas Históricas de México. Biblioteca Raúl Baillères Jr, ITAM.
- International Labour Office (ILO). 2008. Global Employment Trends 2008. International Labour Organization, Geneva.
- International Organization for Migration (IOM). 2005. World migration: costs and benefits of international migration 2005. Migration Policy, Research and Communication Department (MPRC), Geneva.
- Klooster, D. 2003a. Campesinos and Mexican Forest Policy During the Twentieth Century. *Latin American Research Review* **38**:94-126.
- Klooster, D. 2003b. Forest Transitions in Mexico: Institutions and Forests in a Globalized Countryside. *The Professional Geographer* **55**:227-237.

- Klooster, D. y O. R. Masera. 2000. Community forest management in Mexico: carbon mitigation and biodiversity conservation through rural development. *Global Environmental Change* **10**:259-272.
- Koop, G. y L. Tole. 1999. Is there an environmental Kuznets curve for deforestation? *Journal of Development Economics* **58**:231-244.
- López, E., G. Bocco, M. Mendoza, A. Velázquez, y R. Aguirre. 2006. Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems* **90**:62-78.
- Mas, J.-F., A. Velazquez, J. R. Diaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, C. Alcantara, G. Bocco, R. Castro, T. Fernandez, y A. Perez-Vega. 2004. Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* **5**:249-261.
- Masera, C. O., M. J. Ordonez, y R. Dirzo. 1992. Carbon emissions from deforestation in Mexico: current situation and long-term scenarios. *in* W. Makundi y J. Sathaye, editors. Carbon emissions and sequestration in forest: case studies from seven developing countries. Climate Change Division of the Environmental Protection Agency, Energy and Environment Division at the Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA.
- Masera, O., D. Masera, y J. Navia. 1998. Dinámica y uso de los recursos forestales de la región Purépecha. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiaada A.C., México, Distrito Federal.

- Masera, O., B. D. Saatkamp, y D. M. Kammen. 2000. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. *World Development* **28**:2083-2103.
- Masera, O. R. 1990. Crisis y Mecanización de la Agricultura Campesina. El Colegio de México, México, Distrito Federal.
- Masera, O. R., M. Astier, y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco MESMIS. Mundiprensa, México, Distrito Federal.
- Masera, O. R., M. J. Ordonez, y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* **35**:265-265.
- Mather, A., J. Fairbairn, y C. Needle. 1999. The course and drivers of the forest transition: The case of France. *Journal of Rural Studies* **15**:65-90.
- Mather, A. y C. Needle. 1998. The forest transition: a theoretical basis. *Area* **30**:117-124.
- Mather, A. S. 1992. The forest transition. *Area* **24**:367-379.
- Mather, A. S. 2001. The transition from deforestation to reforestation in Europe. *in* A. Angelsen y D. Kaimowitz, editors. Agricultural technologies and tropical deforestation. CABI Publishing in association with CIFOR, Wallingford, Oxon, UK.
- Mather, A. S. y C. L. Needle. 2000. The Relationships of Population and Forest Trends *Geographical Journal* **166**:2-13.
- Mendoza, C. 2003. Aspectos territoriales de la migración de michoacanos a los Estados Unidos en la década de los noventa. *in* G. López-Castro, editor. Diáspora Michoacana. El Colegio de Michoacán y Gobierno del Estado de Michoacán, Morelia.

- Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography* **20**:17-42.
- Palma, G. 2003. Trade liberalization in Mexico: its impact on growth, employment and wages. 2003/55, International Labour Organization (ILO), Geneva.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1134**:173-200.
- Perz, S. G. 2002. Household life cycles and secondary forest cover among small farm colonists in the Amazon. *World Development* **30**:1009-1027.
- Perz, S. G. 2007. Grand Theory and Context-Specificity in the Study of Forest Dynamics: Forest Transition Theory and Other Directions. *The Professional Geographer* **59**:105-114.
- Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, y H. L. Gholz. 2007. Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning* **82**:198-207.
- Ramírez, I. y R. Zubieta. 2005. Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Región Mariposa Monarca. Instituto de Geografía (Ig-UNAM) & World Wildlife Foundation (WWF), México, Distrito Federal.
- Ratha, D. y Z. Xu. 2008. Migration and Remittances Factbook. World Bank, New York.
- Reardon, T., J. Berdegue, y G. Escobar. 2001. Rural Nonfarm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications. *World Development* **29**:395-409.
- Revenga, A. 1997. Employment and Wage Effects of Trade Liberalization: The Case of Mexican Manufacturing. *Journal of Labor Economics* **15**:S20-S43-S20-S43.

- Rudel, K. T. 2001. Did a green revolution restore the forest of the American South? *in* A. Angelsen y D. Kaimowitz, editors. Agricultural technologies and tropical deforestation. CAB international in association with Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.
- Rudel, K. T., T. O. Coomes, E. Moran, F. Achard, A. Angelsen, J. Xu, y E. Lambin. 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change* **15** 23–31.
- Rudel, T. K., M. Perez-Lugo, y H. Zichal. 2000. When Fields Revert to Forest: Development and Spontaneous Reforestation in Post-War Puerto Rico. *The Professional Geographer* **52**:386-397.
- Ruiz-Nápoles, P. 2004. Exports, growth, and employment in Mexico, 1978-2000. *Journal of Post Keynesian Economics* **27**:105-124.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, Distrito Federal.
- Sadoulet, E., A. de Janvry, y B. Davis. 2001. Cash Transfer Programs with Income Multipliers: PROCAMPO in Mexico. *World Development* **29**:1043-1056.
- Secretaría de la Reforma Agraria (SRA). 2008. Comunicado 31. Presidencia de la República, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2004. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2004. SEMARNAT, México, DF.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, Distrito Federal.

- Stern, D. I. 2004. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development* **32**:1419-1439.
- Taylor, E. J. 1999. The New Economics of Labour Migration and the Role of Remittances in the Migration Process. *International Migration* **37**:63-88.
- Toledo, A. y G. Bocco. 2008. Globalización, migración y ambiente. Instituto Nacional de Ecología (INE), México, Distrito Federal.
- Toledo, V. M. 1990. El proceso de ganaderización la destrucción biológica y ecológica de México. Pages 191-229 in E. Leff, editor. Medio ambiente y desarrollo en México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades (UNAM) y Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, México, Distrito Federal.
- Toledo, V. M. 2001. Indigenous people and biodiversity. in S. Levin, editor. Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press, San Diego.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* **94**:133-142.
- Turner, B. L., S. C. Villar, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P. M. Mendoza, S. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, A. B. Plotkin, D. P. Salicrup, R. R. Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Schmook, y C. Vance. 2001. Deforestation in the southern Yucatan peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management* **154**:353-370.
- United Nations (UN). 2006. World Urbanization Prospects: the 2005 revision. United Nations, New York.
- Valdivieso, I. A., L. E. García-Barrios, y H. Plascencia-Vargas. 2008. Change in land use in the La Sepultura Biosphere Reserve buffer zone (1975-2005): Corn crisis, livestock

expansion, and marginal recovery of trees. *Forest Ecology and Management*
(sometido para su publicación).

- Vandermeer, J. y I. Perfecto. 2005. The future of farming and conservation. *Science*
308:1257.
- Vandermeer, J. y I. Perfecto. 2007. The Agricultural Matrix and a Future Paradigm for
 Conservation. *Conservation Biology* **21**:274-277.
- Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J.-F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez, y J.-L. Palacio.
 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of
 Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* **13**:175-184.
- Velázquez, A., C. J.-F. Mas, y J. L. Palacio. 2002. Análisis del cambio de uso del suelo.
 Instituto Nacional de Ecología e Instituto de Geografía-UNAM, México.
- Villareal, R. y R. Ramos. 2001. La apertura de México y la paradoja de la competitividad:
 hacia un modelo de competitividad sistémica. *Comercio Exterior* **Septiembre**.
- Walker, R. T., W. D. Solecki, y C. Harwell. 1997. Land use dynamics and ecological
 transition: the case of South Florida. *Urban Ecosystems* **1**:37-47.
- Winters, P., A. de Janvry, y E. Sadoulet. 2001. Family and Community Networks in
 Mexico-U.S. Migration. *The Journal of Human Resources* **36**:159-184.
- Yúñez-Naude, A. y E. J. Taylor. 2001. The Determinants of Nonfarm Activities and
 Incomes of Rural Households in Mexico, with Emphasis on Education. *World*
Development **29**:561-572.
- Zimmerer, K. S. 2004. Cultural ecology: placing households in human-environment studies
 -the cases of tropical forest transitions and agrobiodiversity change. *Progress in*
Human Geography **28**:795-806.

- 7 Anexo. Artículo sometido para su publicación en la revista *Annals of the Association of American Geographers*, Agosto 2008**



Forest Transition in Developing Countries: a critical analysis for Mexico

Journal:	<i>Annals of the Association of American Geographers</i>
Manuscript ID:	AN-2008-0111
Manuscript Type:	Regular Manuscript
Key Words:	Land abandonment, Forest Transition Model, Industrialization, Land use and cover change, Mexico



Review Only

Forest Transition in Developing Countries: a critical analysis for Mexico

For Peer Review Only

Abstract

Rapid deforestation and degradation of the world's forests has prompted research on the causes underlying these processes and strategies to reverse them. The Forest Transition Model (FTM) and similar ideas have been widely used to suggest that developing countries moving from an agricultural to an industrial economy can experience forest recovery. To analyze this thesis for Mexico, we review population, migratory and agricultural trends in the rural sector during the last century and quantify losses and gains in Mexico's main forest types for the period 1976-2000. In addition, to confirm observed trends, we review several regional case studies. We conclude that a forest transition--as stated by the FTM--is not plausible. Rural areas are not being depopulated and factors that both encourage and limit abandonment of marginal agriculture are present. While in some cases forests are recovered, rapid deforestation and degradation still occurs in subsistence farming regions. Rural population will continue inhabiting forested areas and local sustainable development models are needed to encourage diversified ecosystem use.

Key words: *Land abandonment, Forest Transition Model, Industrialization, Land use and cover change, Mexico.*

1. Introduction

Clearing forests to expand agricultural production continues to be the most important factor affecting land use and land cover change (LUCC) trends in the Third World (FAO 2006). Recently, however, national and regional studies report processes of recovering forested areas in specific regions, mainly Asia and some Latin American countries. In Latin America, spontaneous abandonment of agricultural production by subsistence farmers has been named as one of the main factors behind this reversal (López et al. 2006; Grau et al. 2004; Klooster 2003b; Rudel, Perez-Lugo, and Zichal 2000; Hecht and Saatchi 2007). Some authors suggest that this trend is the result of industrialization processes these countries are undergoing, analogous to “forest transitions” that occurred in Europe and North America during the nineteenth and twentieth centuries. They suggest that this may be a way to reverse the loss of forest cover in the Third World (Aide and Grau 2004; Mather 2001). This hypothesis, known as the forest transition model (FTM) (Mather and Needle 1998; Mather 1992), puts forward the idea that, among other factors, concentration and intensification of agricultural production (through agroindustrialization) and the exodus of the rural population toward urban centers (through industrialization) reduce the demand for cropland and free marginal farmlands, leading to recovery of forests. This idea is widespread among different academic circles. For example, Green *et al.* (2005) proposes that specialized high-yield intensive agriculture leads to the use of less land area per unit of food, thus saving land for biodiversity conservation. Using a similar rationale, Norman Borlaug suggests that Green Revolution technology made it possible to feed the world population while preventing large extensions of land from being cleared for agriculture (Borlaug 2000). Also, the existence of an environmental Kuznet curve for deforestation and some “development” indicators (such as income or

urbanization) have been the subject of empirical studies (Bhattarai and Hammig 2001; Ehrhardt-Martinez, Crenshaw, and Jenkins 2002).

This position contrasts with approaches focused on sustainable local development and diversified landscape management. These last approaches propose that environmental degradation can be reversed through strengthening organizational capacities of the rural population to: a) generate economic alternatives *in situ*, b) improve use of local natural resources considering sustainability principles (Altieri and Masera 1993; Bray et al. 2003; Klooster and Masera 2000; Masera, Astier, and López-Ridaura 1999) and c) conduct agricultural and silvicultural activities that involve diversified spatial matrices that serve as habitats and bridges for wild species (Bhagwat et al. 2008; Vandermeer and Perfecto 2005; Perfecto and Vandermeer 2008).

Under these circumstances, it is important to determine whether the FTM could operate widely in developing countries. This paper discusses the application of FTM to the case of Mexico under current sociodemographic and economic conditions as an example of its applicability within the Third World context. In Mexico, as in industrialized countries, several conditions encouraged farmers to abandon subsistence agriculture: rapid industrialization and urbanization, high migration rates, and decreasing economic importance of agriculture. However, in Mexico there are also major impediments to abandoning agriculture, which might otherwise lead to large scale forest transition: enormous extensions of cultivated marginal land in hilly to mountainous areas, continual growth and high dispersion of rural population, slow-growing employment in non-agriculture sectors of the economy, and increasing poverty. Under these conditions, land continues to be very important in survival strategies for a considerable part of the rural population.

Thus, in Mexico there are factors that both encourage and limit abandonment of marginal agriculture. In the context of the crisis in the rural sector, new patterns of natural resource use have emerged. In some cases forests are recovered, while in others they are lost. We show that the latter trend dominates in subsistence farming regions, the poorest and most isolated, but also the most biodiverse. We will argue that, under these conditions, it is very difficult for large-scale forest transition to occur in Mexico. Although some regions do show signs of forest cover recovery associated with abandonment of agriculture (López et al. 2006; Bray and Klepeis 2005; Klooster 2003b; Guerrero, Masera, and Mas 2008), one of the most intense deforestation processes in the world still occurs, particularly in subsistence farming regions that, according to the FTM, should be recovering their forests.

The discussion is organized in the following manner. The second section analyzes the main FTM postulates and mechanisms. In the third section, the evolution and patterns of rural and urban population, migratory flows and the importance of agriculture in the rural sector are analyzed for the case of Mexico. The fourth section describes and analyzes LUCC trends for Mexico's principal forest types by quantifying gains and losses in forest cover and reviewing regional case studies. The last section discusses implications for México's rural development policies.

2. The forest transition model (FTM)

The forest transition model (FTM) is an effort to explain the causes of forest recovery which have been observed during the last two centuries in developed countries and, more recently, in some developing countries. In its simplest form, the FTM, originally proposed by Mather (1992) and Mather & Needle (1998), suggests that forest transitions in developed countries can be explained by a continuous (and natural)

adjustment of agricultural production to better quality soils resulting in increased yields per unit of area. In essence, it is argued that in the early stages of a society's development (an agricultural society based on traditional production systems) the location of agriculture lands is independent of soil fertility; that is, cropland is selected at random and, therefore, average productivity is low. Population growth during this stage induces deforestation since cropland must be expanded to produce more food. A later process of "getting to know" the land leads to selecting more fertile soil where productivity is higher takes places, thus reducing the area of land needed to produce food. Over time, agriculture is concentrated on the best soils, maximizing average productivity. If demand for food remains constant, it is possible to reduce cultivated area and free less productive areas to revert back to forest. Average productivity can increase in absence of innovations in management, but technology that affects yields positively can accelerate adjustment and concentration of agricultural production.

The forest transitions that occurred in Europe and North America, facilitated by their development model, are an example of this mechanism (Mather 2001; Mather and Needle 1998). Studies on environmental history of countries such as France (Mather, Fairbairn, and Needle 1999), the United States (Mather 2001; Walker, Solecki, and Harwell 1997), Denmark (Mather, Needle, and Coull 1998) and Switzerland (Mather 2001) suggest that recovery of forested areas occurred after, and as a consequence of, a series of structural changes in the economic development pattern during industrialization. This process had two main effects: concentration of rural population in urban centers and concentration and intensification of agriculture on the best land (agricultural adjustment). The result was spatial differentiation of agricultural production, human settlement, and forested areas. Figure 1 synthesizes major factors that intervened in this process.

While the pattern followed by several developed countries appears to adjust to the FTM, its applicability to developing countries has been more problematic. Until now forest transitions have been reported only for specific areas in Latin America, with Puerto Rico as the only exception for an entire country. This is important because empirical support of the FTM rely on national data, both in terms of forest accounting and development variables. S. G. Perz (2007) mention four major drawbacks to its application in tropical developing countries: limited conceptualization and distinction among different forest types and qualities, lack of recognition of the dynamics of different forest types, the existence of multiple explanations for forest transitions, and as a consequence, the difficulty in making generalizations. These aspects are of major importance in countries with complex and diverse landscapes, different histories and cultural backgrounds, and highly unequal economic development. As we will argue, in such contexts peasant responses and the consequences in terms of LUCC patterns are much more complex than the win-win pathway proposed by the FTM. For example, D. Klooster (2003) has shown that in some Mexican communities agricultural abandonment can result in stronger pressure on forest resources. Rudel, Bates and Machinguiashi (2002), found that the forest recovery in an Ecuadorian region rely more on ethnic and accessibility factors than on the land abandonment pattern of the FTM. Also, environmental benefits of some forest transitions have been questioned (Farley 2007).

3. Mexico and the FTM: effects of industrialization on demographic patterns and agriculture

Industrial development in Mexico has been highly polarized, unequal and incomplete. At the end of the nineteenth century during the dictatorship of Porfirio

Díaz, the bases of industrialization were set (Haber 1989). A major manufacturing sector did not develop, however, until the second half of the 1930s with adoption of the import substitution model promoted by Cardenas (1934-1940) (Baer 1972) and strongly controlled by the state (Hansen 1978, 61). The state administered strategic resources and industries (oil, electricity, railroads, for example), regulating and controlling market prices, and financing industry and agriculture. This period brought important changes in all aspects of Mexican society (for a review from an ecological economic perspective see Toledo and Bocco 2008). Population tripled, and an intense process of urbanization was fueled by migratory floods from the countryside. In 1940, 65 percent of the economically active population was occupied mainly in agriculture, while industry absorbed only 13 percent and the service sector employed a little less than 20 percent. By 1990, only 24 percent of the population worked in the primary sector (INEGI, 2001).

A central demand of the Mexican Revolution (1910-1920), the Agrarian Reform lasted 72 years, distributing 106 million hectares (54 percent of the territory) to more than 4 million farm families (INEGI, 2007). The Agrarian Reform had two main periods. First, the Cardenas regime distributed agricultural and forest areas previously owned by *hacendados* and national and foreign private enterprise. Later administrations favored private ownership with good farmland and, to comply with the demands of the Agrarian Reform, small farmers organized in *ejidos* and communities received areas of desert and forest catalogued by the government as “not arable” (Hewitt de Alcántara 1978; Klooster 2003a). Only 52 percent of the country’s arable land went to the collective sector (mostly during the Cardenas period) which made up 75 percent of the agricultural producers (de Janvry, Sadoulet, and Davis 1995), but they also received 80 percent of the forested areas within which were found 74 percent of the biodiversity, 83 percent of the natural protected areas, and two thirds of the water resources (SRA,

2008). Even though the immense majority of small farmers received marginal farming lands, this sector played a very important role in industrial growth by supplying cheap food and labor to large cities where national industry developed (Appendini 2001, 33; Hansen 1978). Thus, industrialization in Mexico was parallel, and in part owed its development, to land distribution and not to land concentration, unlike the process that occurred in developed countries.

The import substitution model ended with the 1982 public debt crisis. During the second half of the 1980s, the policy of strong state intervention and control was abandoned for one of limited intervention and free trade. Today, Mexico is considered one of the most open countries in the world (Gwartney and Lawson 2007; Villareal and Ramos 2001) and one of the most successful cases in terms of direct foreign investment (Palma 2003). However, massive investments have not translated into better salaries or more employment. It is generally considered that the manufacturing industry, most of which comprises assembly plants (*maquilas*), is not articulated with the national economy (Palma 2003; Revenga 1997; Ruiz-Nápoles 2004; Villareal and Ramos 2001).

While the previous policy fomented creation and extension of social or communal property, the neoliberal model sees private property as a necessary condition for increasing farm productivity. Agrarian Reform thus ended in 1992, and privatizing *ejido* land was made possible. It was expected that with devaluation, neoliberal policies, and recent modifications to agrarian law, together with the crises engulfing the country from 1982-1994, the small farm sector would practically disappear. The new agricultural policies were, in fact, devised explicitly to “select” only the most competitive producers and force out those not able to adapt to the new scheme. Following a rationale similar to that of the FTM, it was also believed that contraction of the small farm sector and

relocation of small farmers in other economic sectors would bring major environmental benefits.

Evolution of rural and urban population

Industry based on import substitution did, indeed, induce relocation of part of the rural population in larger cities. Like in industrialized countries, urbanization of larger cities has been due largely to migration. Between 1940 and 1970 almost 40 percent (69, if the children of migrants are considered) of the population growth in cities larger than 15 thousand inhabitants was due to migration from the countryside (Alba, 1977 cited by Carton de Grammont forthcoming). In this period the country's population became predominantly urban. If we define an urban site as one with >2499 inhabitants, 75 percent of its population inhabits urban sites, making Mexico one of the most urbanized countries in the world (UN, 2006).

Although rural population has decreased in proportion to urban population, in absolute terms it increased at a moderate rate from the beginning of the century to the 1980s. During the period of maximum population growth (1940-1980), the mean annual rate of growth was 1.7 percent. This ability to grow while losing to migration is explained by the high birth rates in the country, which between 1960 and 1980 was 7 to 8 children per woman (Núñez 1998), making Mexico one of the 20 countries with the largest rural population (UN, 2006). Rural population will continue to decrease in proportion as a consequence of urban growth, but not in absolute numbers.

While some consider Mexico as urban as many developed countries, to be more so in coming years (CONAPO, 2006), the characteristics of the rural population are very different from those found in developed countries. Rural population in developed countries is generally concentrated around cities and has similar services and living

conditions (Linck 2001, cited by Carton de Grammont forthcoming). In Mexico, the entire population is distributed in 191 thousand towns and cities, of which 98 percent are considered rural. Of these, 92 percent (more than 174 thousand) have fewer than 500 and average 60 inhabitants per locality, accounting for 43 percent (10 million) of the rural population (INEGI, 2005) (Figure 2). Most of these places are far from centers of development, and only 15 percent are found near cities with populations of more than 15 thousand, while more than 76 percent are considered remote or isolated (far from cities and regularly transited roads) (CONAPO, 2004b).

The high dispersion and isolation of Mexico's rural population determine that a large proportion of the rural population is excluded from economic development. Tropical and temperate forest ecosystems together cover around half of Mexico's territory and give shelter to 80 percent of the rural population (author's estimation based on Rzedowski, 1978), concentrated mostly in mountainous regions of the central and southern states, which are the poorest and most biodiverse, with the largest indigenous population (Toledo 2001).

Since the 1970s, integration of the rural population into urban areas of the country has been hindered by a fall in salaries and employment, exacerbated by the crises of the early 80s and mid-90s, while the neoliberal model of development has had little impact on raising salaries and generating employment (Palma 2003). In consequence, rural migration to urban areas has decreased. In 2000, only 18 percent of the domestic migration was from the country to the city, while 48 percent was between medium size cities (CONAPO, 2004b). Furthermore, migration has been predominantly temporary because migrants have found it difficult to settle under new labor conditions (Carton de Grammont forthcoming). Thus, although it continues, rural to urban migration is no longer an important component in redistribution of the rural population.

Migration to the United States

Since the 1970s, migration to the United States has grown at unprecedented rhythms. Previously limited to certain regions, it has extended to be a national phenomenon (Durand forthcoming). From 1960 to 1970, little more than 30,000 people migrated to the United States per year. By 2003 the number had reached 400 thousand (CONAPO 2004a), and in 2005 Mexico had the highest net migration flow in the world (IOM 2005). Currently, more than 96 percent (2,342) of the country's municipalities participate to some degree in migration (Durand forthcoming). In spite of its intensity, transnational migration is not necessarily a depopulating factor in rural communities.

Transnational migration has been characterized by its circularity. During 1997-2002, 46 percent of the migrants returned to their hometowns. This percentage is lower than that of 1987-1992 but higher than that of 1992-1997. Depending on the region, this can vary between 27 percent in the south and 60 in the north (CONAPO 2005). The time migrants stay is determined by proximity to the border, migratory policies and dynamism of the US economy, existence of social networks, ties to home communities, and experience in migration (CONAPO 2000). Temporary stays may be long-term; a large number of migrants return to retire after a lifetime of work in the US (CONAPO 2006).

Transnational migration has also become important in financing the rural sector. In 2007, Mexico was third in the world in capturing remittances, amounting to 25 billion dollars (Ratha and Xu 2008). These "migradollars" are being used to improve living standards of the rural population and to finance both farming and non-farming activities (Davis 2000; de Janvry and Sadoulet 2001; Hamilton, DeWalt, and Barkin 2003).

The costs of migrating to the US limit possibilities for the poorest population. Migration correlates positively with medium or low levels of marginalization rather than with high or very high (CONAPO 2002). For example, indigenous groups have generally been excluded until only recently (Durand forthcoming). The poorest sectors living in mountainous regions with important areas of forest are those that have the greatest difficulty in international migration.

In addition, immigration to the US has been one of its major concerns and has caused hardening of anti-immigration policies, implying high economic costs for the receiving country and high social costs for the regions of origin. These policies will become more severe as poor countries intensify expulsion of their people. The current economic recession of the US may be another factor in decreasing migratory flows into that country and in increasing the likelihood of migrants returning.

Importance of agriculture in Mexico's rural sector

Since the mid 1900s, agriculture has lost importance, in terms of its contribution to GDP and employed population. Until the 1980s, this tendency was mostly due to rapid growth of the secondary and tertiary sectors. However, during the last four decades there has been growing participation of rural population in activities not directly related to farming. From 1970 to 2000 the proportion of rural population employed in agriculture decreased from 65 to 45 percent (Carton de Grammont forthcoming). According to this author this phenomenon, known as "deagrarianization", has two main causes: 1) loss of profitability, forcing less competitive producers to abandon farming and relocate in other productive sectors, or to diversify sources of family income, diverting part of their time and labor to other activities, 2) an increasing number of landless families due to population growth and the end of Agrarian Reform.

Carton de Grammont estimates that between 1992 and 2004 one third (1.4 million) of Mexico's farm families abandoned agriculture, mostly families of poor small farmers. Nevertheless, an important number of producers persists. The program for direct assistance to agriculture (PROCAMPO), which includes 70 percent of the country's farmers, registered 2.4 million active farmers in 2007 (Calderón 2007). Most of them (77 percent) continue to cultivate areas of less than 5 ha located mainly in rainfed farming regions (ASERCA 2003). After a decline in the 1980s, rainfed cultivated area increased again in the early 1990s (SIACON 2006), notably coinciding with implementation of PROCAMPO in 1993. In addition to the 21.5 million ha of cropland, an estimated 100 million ha is used for grazing livestock (Améndola, Castillo, and Arturo 2008; Toledo 1990). This activity is expanding into practically all vegetation types with a strong impact on soil (compaction and erosion) and its capacity for regeneration. These trends show that land accumulation is occurring, since agricultural producers decreased but agricultural area has increased slightly.

Rather than abandoning agriculture, most farmers have adapted to unfavorable conditions by diversifying their sources of income. Estimations indicate that 98 percent of farm families have also been involved in non-farming activities, to such a degree that 93 percent of their total monetary income comes from this sources (Carton de Grammont forthcoming), such as wage employment, self-employment, remittances, and government subsidies (see also, Davis 2000; de Anda, de Janvry, and Sadoulet 1999; de Janvry and Sadoulet 2001).

Neo-classic models of economic development suggest that multiple (or unspecialized) activities constitute a transitory stage of developing economies in which the final result is specialization of both agricultural and non-agricultural activities (See, for example, Hymer and Resnick 1969). However, as Reardon (2001) states, these

models ignore differences in regional productive potentials (for example, rainfed vs. irrigated) that affect growth, development, and type of non-agricultural employment. In countries such as Mexico, where economic development is polarized and where the agricultural sector is highly segmented, these aspects are fundamental.

The possibility of employment outside the farm plot depends on pull factors, such as better salaries, or push factors, such as lack of farmland, risky precarious production, and lack of capital to invest in farming (Reardon, Berdegue, and Escobar 2001). Another important aspect is access to job sources, determined mainly by the family's socioeconomic level and geographic location (de Janvry and Sadoulet 2001; Yúñez-Naude and Taylor 2001).

While, as Reardon (2001) comments, diversification of activities increases in the poorest sectors of the rural population, it does so also in the wealthier sectors. The latter have higher levels of education and therefore, greater possibilities of finding well-paying activities and of moving the entire family. On the other hand, the rural poor, with little or no land, are forced to seek complementary activities. Lack of schooling and resources preclude access to well-paid jobs or to productive means that would improve their incomes. In general, they live in remote areas not well-suited to farming with few services and cannot afford transportation to the cities. Under these circumstances, possibilities for specialization and accumulation of capital are very limited. De Janvry & Sadoulet (2001) found that the indigenous population encounters many more difficulties in finding better-paying jobs and in migrating than other small farmers. For this sector, possessing land is essential: it assures them a means to guarantee at least part of their food needs or to access government subsidies, or even to obtain cash by speculation, sale or lease of their landholding.

The need to find other sources of income has led to reorganizing or transforming production systems, largely in response to labor scarcity provoked by relocation of the work force in other sectors. This has also weakened community agreements which regulated cooperation in labor-intensive traditional production systems (See, for example, García-Barrios and García-Barrios 1996). In some cases conservation management practices has been abandoned, and fertilizers, herbicides and machinery have been introduced to reduce labor (Masera 1990; García-Barrios and García-Barrios 1996). Extensive cattle production has responded well to the needs of small farmers; it adapts to variations in availability of family labor and serves as a source of animal protein and cash in emergencies. In Mexico temporary migration, accumulation of livestock, and cultivation of forages and maize have become strategies for small farmers to reduce the effects of the crisis in agriculture and to minimize risks in the context of trade liberalization (Davis 2000).

Finally, it is important to stress that abandoning agriculture does not imply leaving the countryside, nor does it mean that the rural population has stopped exerting pressure on forest resources. For example, while only half of the rural population is involved in agriculture, practically all rural homes continue to use wood as cooking fuel (Ghilardi, Guerrero, and Masera 2007). Fuelwood for cooking has in fact prevailed in spite of the growing availability of modern fuels (Masera, Saatkamp, and Kammen 2000).

4. Mexico and the FTM: Losses and gains in forest cover 1976-2000.

Loss of forest cover has been particularly intense in Mexico. It is estimated that forests, both temperate and tropical, covered half of the Mexican territory, around 1 million km² (Rzedowski 2006), most of which has now been lost. If this estimation is correct, around 50 percent of the total original cover would have been lost by 1976, and

a little more than 60 percent by 2000 (Mas et al. 2004). Some estimations indicate that by the 1970s and 1990s Mexico had lost 90 percent of its original tropical rain forests (Rzedowski 2006), 70 percent of its tropical dry forests (Trejo and Dirzo 2000), and 50 percent of its temperate forests (Masera, Ordonez, and Dirzo 1997). Among the direct causes of deforestation, expansion of the agricultural frontier is the most important, while those of forest degradation are forest fires and illegal timber extraction (Masera, Ordonez, and Dirzo 1997). Have urbanization, rural out-migration, and deagrarianization prompted forest transition in Mexico?

In this section we estimate and compare gains and losses of Mexico main forest types using LUCC data for the period 1976-2000 from Mas *et al.* (2004)¹. In addition, to confirm results and to detail LUCC trends at finer time and spatial scales, we review several LUCC studies realized at regional level. The original maps and classification, provided by the authors, were reprocessed in order to form three new groups of forest types: temperate (TF), tropical rainforest (TRF), and tropical dry forests (TDF), plus two anthropic classes: farmland and induced and cultivated grasslands. Case studies were selected following two criteria: studies had to be conducted after 1980 or, alternatively, they had to provide time series before and after this year. The analysis is centered on quantification of four principal processes: deforestation, degradation, re-vegetation, and forest regeneration. We consider deforestation to be the conversion of forested areas (primary or secondary forest) into farmland, urban areas or other uses. Degradation refers to the partial removal of forest biomass (change from primary to secondary forest) caused by lumbering or forest fires, for example. Re-vegetation is the change from anthropic cover to secondary forest (reverse of deforestation), while regeneration is the change from secondary to primary forest (inverse of degradation).

Forest loss at the national level

Table 1 summarizes the process of land use change in Mexico from 1976 to 2000. A total of 561,000 km² of primary temperate and tropical forests were present in Mexico in 1976. By 2000 the area decreased to a little less than 390,000 km², at an annual change rate of 1.5 percent (almost 7,000 km² per year). The most drastic reduction occurred in TRF, which lost 34 percent in the same period at a yearly rate of 1.7, followed by TF with a 32 percent loss at a 1.6 annual change rate. In absolute figures, TF had the highest loss, almost 100,000 km². Finally, TDF lost 27 percent at a rate of 1.4.

Deforestation and forest degradation

63 percent of the losses in primary cover were due to degradation, although variation in intensity was observed among vegetation types. In TF, degradation was the dominant process, responsible for 75 percent of the total losses in primary cover. In tropical forests losses to both deforestation and degradation were similar, although in TRF deforestation was slightly higher, accounting for 54 percent of the losses. A large percentage of deforestation (40 percent) occurred in previously degraded areas. Of the total deforested area, 58 percent was converted into grasslands. Between 1976 and 2000, grasslands increased 32 percent, contrasting with an increase of 18 percent in cropland. These figures highlight the importance of livestock in environmental transformation, even when they underestimate its impact, since many open or semi-open forests are used for grazing.

The magnitude of degradation is also reflected in the marked increase in secondary forest cover. During this period, it increased 45 percent, from less than 170,000 km² to almost 247,000 in 2000. Secondary TF and TRF increases were astonishing: 142 and 58

percent, respectively (Table 1). Of the growth observed in secondary cover, 87 percent belonged to degradation processes.

Re-vegetation and regeneration

Total re-vegetation was almost 34,000 km², an increase of 12.6 percent in secondary forest and 2 percent in primary forest². TF and TDF recovered greater area, although the largest percentage gains were in TRF. Re-vegetation contributed around a third of the increase in secondary TRF and TDF, while in TF it was less than a tenth. Between 10 and 15 percent of the secondary forests regenerated, although this represents a gain of only 2 percent in primary TF and TRF and 6 percent in TDF.

Together, regeneration and revegetation increased primary TF and TRF cover 4 and 8 percent in TDF. In contrast, losses resulted in decreases of 37, 38, and 36 percent for TF, TRF and TDF, yielding net losses of 32, 34, and 27 percent, respectively. Losses in total forest cover, including primary and secondary forest, were almost five times more intense than gains. Degradation was almost six times more intense than regeneration, and deforestation almost four times greater than revegetation.

The above results show that there is, in fact, an important process of recovery of forested areas originating from gains over anthropic cover. Nevertheless, deforestation and degradation continue at much faster rates. Apparently, forests tend toward secondary stages where they remain, particularly TF and TRF³.

Regional case studies

Studies conducted in different regions of the country confirm that forest cover loss continues at an accelerated rate, tending to increase in some areas. A parallel process of revegetation also exists, however, which has permitted some recovery of forested areas.

Unfortunately, most of the studies quantify deforestation of primary covers and omit information on parallel revegetation or regeneration processes. This is due to the weight deforestation has had historically in LUCC. Table 2 shows deforestation rates and areas reported in 15 selected case studies conducted in different periods between 1970 and 2005. National rates reported by FAO (2006) and Mas *et al.* (2004) are included, as are areas of revegetation, when considered by the study. Because all of the studies were conducted in the southern, central and central-western parts of the country, we lack more precise data on the rest of the nation.

Forest recovery has been documented in Michoacán (Garibay and Bocco 2007; Guerrero, Masera, and Mas 2008; See also Klooster 2003b and López et al. 2006), Yucatán and Quintana Roo (Porter-Bolland, Ellis, and Gholz 2007; Bray and Klepeis 2005), the State of México (Galicia and García-Romero 2007) and Chiapas (Cortina 2006). We can distinguish two major patterns for these forest reversions. One of these can be related to an agricultural abandonment component. In Michoacán high out-migration rates have prompted the abandonment of maize cultivation (Klooster 2003b; López et al. 2006). Also, proximity to urban centers induced the reorientation of agricultural activities to commerce and industry (Cortina 2006; Galicia and García-Romero 2007). In the tropics the end of the colonization period, the introduction of commercial intensive cropping, soil degradation and pest invasion also contributed to reduce pressure on forest and to agricultural abandonment (Bray and Klepeis 2005).

Although abandonment of farming has led to revegetation, a second pattern has been described. Bray and Klepeis (2005) describe a process of forest recovery in southern Mexico that has been taking place since 1985, mainly related to the empowerment of *ejidos* and indigenous community organizations. In the highlands of Chiapas, organization of these communities has been determinant in forest conservation by

preventing opening of new areas to agriculture or by protecting regenerated cropland (Cortina 2006). Successful community forestry management in several *ejidos* and communities of the country has led to forest recovery and conservation (Durán, Mas, and Velázquez 2005), although these experiences have been limited to isolated cases due to lack of support policies.

In spite of these documented processes of re-vegetation and recovery, deforestation and degradation continue to dominate, yielding large net regional and national forest losses. The case studies reveal that deforestation and degradation continue as the result of expanding agricultural areas and of timber and fuelwood extraction. The southern states, particularly Chiapas and Oaxaca, have remarkably high deforestation rates, related to both expansion of the agricultural frontier and use of forest products (Cayuela, Benayas, and Echeverría 2006; Galicia and García-Romero 2007; Ochoa-Gaona and González-Espinosa 2000; Velázquez et al. 2003). In the temperate Chiapas highlands, for example, the annual deforestation rate is more than 4 percent, caused mainly by slash-and-burn farming and timber and fuelwood extraction (Ochoa-Gaona 2001; Ochoa-Gaona and González-Espinosa 2000). In these regions live highly marginalized indigenous groups whose population continues to grow and who have serious difficulty in accessing the limited regional job market.

Garibay & Bocco (2007) and Guerrero *et al.* (2008) report major deforestation associated with expansion of avocado production in Michoacán. Initially, cropland was used, but once this was exhausted, forests were rapidly invaded. Avocado production follows a “commodity boom” pattern in which a series of conditions converge (demand elasticity, government incentives, existence of expansion areas, and cheap labor) to expand the agricultural frontier at the expense of large tracts of forest (Angelsen and Kaimowitz 2001). In the tropical regions it is extensive livestock production that has

had the greatest impact on cover (Mendoza 2003; Porter-Bolland, Ellis, and Gholz 2007; Turner et al. 2001). Here, rather than abandoning, crop cultivation is displaced by cattle production (Valdivieso, García-Barrios, and Plascencia-Vargas 2008). A typical pattern begins by clearing new land for maize by the slash-and-burn method and, after one or two years when soil fertility is depleted, the land is left to grass, and livestock moves in. In the central and west-central regions, forest degradation is the dominant pattern (Brower et al. 2002; Guerrero, Masera, and Mas 2008; Ramírez and Zubieta 2005). Increasing wood prices have exacerbated illegal extraction to the point of armed conflict. In Michoacán, wood extraction has increased due to an intensification of forest activities, composed primarily of sawmills, small handicraft and furniture factories and fuelwood extraction (Masera, Masera, and Navia 1998). Wood demanding non-agricultural activities constitute an important economic alternative to agricultural production. According to Klooster (2003b) decreasing government support and fall of maize prices induced agricultural abandonment in some areas, but at the same time a reorientation to pottery production which resulted in an increase in fuelwood demand. Weakened community organization, resulting from the crisis that the peasant agricultural sector faces in Mexico, has been a key factor in facilitating wood extraction by both local and outside elements. Thus, drivers promoting agricultural abandonment can in fact induce bidirectional patterns of forest loss and recovery.

5. Discussion and Conclusions

The analysis of the evolution of Mexican rural and urban population and its distribution, migratory flows, and the importance of agricultural activities, as well as national trends in land cover and use, show that the FTM is not applicable to the case of Mexico. While still general, our analysis identified two major drawbacks to its

applicability. First, rural areas are not being abandoned. Although industrialization in Mexico created important industrial and service sectors and propelled rapid urbanization of the country, the rural population continued to increase, doubling numbers in the twentieth century. Furthermore, settlement patterns were scattered and human settlements grew up in practically every part of the territory, mainly in temperate and tropical forested regions. In contrast, industrial growth concentrated in a few cities, excluding a large sector of the population from the development processes. The recurring economic crises and political and economic restructuring of the country during the 1980s and mid 1990s slowed industrial growth, and thus the cities' capacity to absorb rural population. As a result, migratory flows were redirected toward the United States. Migration to the US, rather than depopulating the countryside, provided income that helped to keep the population in the countryside and to support agriculture (Davis 2000; Hamilton, DeWalt, and Barkin 2003; Sadoulet, de Janvry, and Davis 2001; Taylor 1999).

Second, although farming activities have lost importance as the main source of income, a large part of the rural population still depends on agriculture and forest resources. Most of these people are small farmers that work in mountainous regions of the country. Keeping their land (although they abandon farming activities) and becoming involved in multiple non-agricultural activities constitute a survival strategy aimed to reduce risk in an uncertain economic environment. While this strategy helped to buffer the effects of the economic crises, it frequently implied elimination of conservation management practices, adoption of systems that require larger areas of land (such as cattle grazing), or more intensive use of forest resources. Another result of these transformations is the weakening of local institutions, thus compromising regulation of use and access to these resources and leading to unchecked exploitation of

the forests. This is important because, even if today most of the rural population does not depend directly on agriculture, they do however continue to rely on energy, food and other goods that forests provide.

Thus, in rural Mexico the depopulation and land abandonment component of the FTM are absent, and the environmental benefits of abandoning small scale farming are not clear. Rather than a simple pattern of land abandonment and recovery of forests in Mexico, more complex processes occur which do involve recovery but also, to a greater degree, loss of forest cover. The FTM proposes a mechanism to explain the relationship between industrial development and LUCC processes. We consider the model to be too simple to be applicable in the context of Third World countries in Latin America, where a large portion of the rural population depends on large areas of marginal agricultural lands and forest ecosystems, and where economic development is highly polarized and high levels of marginalization and isolation persist.

Despite its weakness, the FTM calls attention to the importance of agricultural change and industrial development in shaping LUCC dynamics. However, a more comprehensive model of social transformation and LUCC applied to developing countries must recognize the complex responses to globalization and industrialization which emerges in highly heterogeneous landscapes, cultural and historical backgrounds and social polarization. As S.G. Perz (2007) states, to do so the FTM must abandon its universalistic pretensions grounded in its theoretical modernization roots. There is a need to move from these extremely general theories to context specific approaches focused on complex interactions between development poles and rural areas, and their impacts on livelihoods. At a regional level for example, determinants for incorporation of farmers to non-agricultural activities do not depend solely on agricultural potential (marginal vs good land), but also on the proximity of rural communities to urban

centers, regional employment market, level of marginalization and ethnicity (de Janvry 2002). Also, the existence of social networks between different regions can expand the labor market explored by rural households (Winters, de Janvry, and Sadoulet 2001). At household level, responses (e.g. the allocation of labor and land) to restrictions and opportunities in a given regional context depend on the household composition, productive assets, educational level and life cycle dynamics (de Janvry and Sadoulet 2001; Perz 2002).

In addition, negative consequences of agroindustrial and industrial development must be considered. These include greenhouse gas emissions and pollution from both agriculture and industry. For example, 16 percent of global greenhouse gas emissions originate from agriculture, mainly from fertilizers. Industrial agriculture also contributes to non-point source pollution of soils and water by pesticides and herbicides, and every year 1 to 2 percent of the world's irrigated land is lost to salinization. Also, promoting forest transitions at the expense of native plant covers can result in important trade-offs between ecosystem services (Farley 2007), while the loss of traditional agricultural systems are endangering important reservoirs of agrobiodiversity and local knowledge (Altieri 1987). In sum, the study of forest transitions requires a cross-disciplinary framework focused on fine scale resource use behavioral studies and attending the multiple spatio-temporal dimensions of human-environmental change (Zimmerer 2004).

Although Mexico obviously has its own distinguishing characteristics, it is possible that many of the same obstacles to forest transition exist in other Latin American countries. Development has been polarized and colonization has dispersed throughout remote hilly to mountainous regions. The limited impact of the current economic model on job creation does not seem to be a symptom exclusive to Mexico, but a generalized trend in Latin America and other regions of the world (ILO, 2008). Multiple activities,

including migration, is also a survival strategy shared by many people in Third World countries in response to shrinking salaries and job offers (Reardon, Berdegue, and Escobar 2001; Taylor 1999).

Given the current characteristics of the Mexican rural sector and the economic situation of the country, it is not plausible to expect a reversal of forest deterioration by rural depopulation. On the contrary, we argue that the conservation and regeneration of Mexican forests can be more effective by supporting local sustainable development strategies and projects. Many communities in Mexico are setting examples of how sustainably used natural resources can lead to better living conditions and at the same time, to conservation and restoration of their ecosystems (Bray, Merino-Pérez, and Barry 2005). The experience of Asian countries shows that government programs promoting organization and control over forest resources by local communities can result in recovery of large areas of forest (Rudel et al. 2005).

To conclude, industrialization in Mexico has not managed to move the rural population into urban centers, nor has it been able to reduce the demand for agricultural land. It has, however, induced important changes in the way natural resources are appropriated and managed. While in some regions these transformations have caused marginal agricultural production to be abandoned, in many others it has led to more intense processes of degradation and deforestation.

To meet the challenges of global warming, loss of biodiversity, degradation of natural resources, hunger and poverty, new approaches are needed. Conventional industrialization and agro-industrialization patterns of developed countries are not suitable models for developing countries. Because their biophysical, historical, cultural and socioeconomic conditions are different, the same results cannot be expected. In addition, globalization and the opening of international markets have imposed new rules

and obstacles for industrial development of the Third World. Moreover, the agroindustrial model has not been able to reduce poverty, hunger or malnutrition. In spite of increasing yields, we currently face a global-scale food crisis. In addition, in their attempt to follow the same pattern of development, the so-called emerging economies, such as Mexico, have rapidly increased their contribution of greenhouse gas emissions.

Considering that forest areas in developing countries will continue to be used in the long term, a growing consensus proclaims that sustainable ecosystem management can be achieved in small-scale production systems that incorporate traditional, agroecological and conventional elements to reduce trade-offs between production and biodiversity conservation (Beintema et al. 2008; Bhagwat et al. 2008; Perfecto and Vandermeer 2008). These proposals call for development policies that attend small farmers and the poorest rural population in marginal agriculture regions. A new relationship between agricultural production and industrial development is needed to increase transfers from the urban to the rural sector (for example, through payments for environmental services). Decentralized government models are also needed to insure participation of the local population, their food and energy self-sufficiency and access to land and natural resources, together with greater investment in research and technological development aimed toward diversified sustainable production.

Notes

1. Currently this is one of the best sources of land cover data available at national level. Two additional cover maps are provided by The National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI) for the periods 1992 and 2002,

however we didn't included in the analysis because classifications are not comparable with the map of 1976 (Mas et al. 2004).

2. Because of the period length and time variation of the 1976 series, we considered 12,468 km² as revegetation, which goes directly from anthropic cover to forest cover.
3. It is necessary to comment on the precision of the cartographic sources. At the aggregation level we used precision of the 2000 plant cover map is estimated to be 90 to 95 percent (Couturier 2007; Mas et al. 2004). There is some confusion mainly between secondary vegetation and grass and croplands, between primary cover and disturbed forests, and between primary tropical forests and secondary vegetation (Couturier 2007). On the 1976 map spatial precision is assumed to be high since it was validated in the field. But, because it was constructed over a period of 6 years, temporal precision is low (± 3 years). At the national level, however, it is one of the best information sources available to date and it has served to illustrate the principal LUCC trends in Mexico. Nevertheless, it is important to confirm these results with more detailed studies.

7. References

- Aide, T. M., and H. R. Grau. 2004. Globalization, Migration, and Latin American Ecosystems. *Science* 305 (5692):1915-1916.
- Altieri, M. A. 1987. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology* 1 (1):49-58.
- Altieri, M. A., and O. Masera. 1993. Sustainable rural development in Latin America: building from the bottom-up. *Ecological Economics* 7 (2):93-121.
- Améndola, R., E. Castillo, and P. Arturo. 2008. *Country pasture/forage resource profiles: México*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), 14 July 2008 [cited 27 August 2008]. Available from <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/pasture/forage.htm>.
- Angelsen, A., and D. Kaimowitz eds. 2001. *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing in association with CIFOR.
- Apoysos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2003. Evaluación de la operación del PROCAMPO en el ciclo agrícola Otoño- Invierno 2002/2003 y Primavera-Verano 2003. México city: Universidad Autónoma Chapingo (UACH) & Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Appendini, K. 2001. *De la milpa a los tortibonos: la reestructuración de la política alimentaria en México*. 2a. ed. México city: El Colegio de México & United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD).
- Baer, W. 1972. Import Substitution and Industrialization in Latin America: Experiences and Interpretations. *Latin American Research Review* 7 (1):95-122.

- Beintema, N., D. Bossio, F. Dreyfus, M. Fernandez, A. Gurib-Fakim, H. Hurni, A.-M. Izac, J. Jiggins, G. Kranjac-Berisavljevic, R. Leakey, W. Ochola, B. Osman-Elasha, C. Plencovich, N. Roling, M. Rosegrant, E. Rosenthal, and L. Smith. 2008. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD): Global Summary at Johannesburg, South Africa.
- Bhagwat, S. A., K. J. Willis, H. J. B. Birks, and R. J. Whittaker. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23 (5):261-267.
- Bhattarai, M., and M. Hammig. 2001. Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development* 29 (6):995-1010.
- Borlaug, N. E. 2000. Ending World Hunger. The Promise of Biotechnology and the Threat of Antiscience Zealotry. *Plant Physiology* 124 (2):487-490.
- Bray, D. B., and P. Klepeis. 2005. Deforestation, Forest Transitions, and Institutions for Sustainability in Southeastern Mexico, 1900-2000. *Environment and History* 11:195-223.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, and D. Barry eds. 2005. *The Community Forests of Mexico*. Austin: University of Texas.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negreros-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo, and H. F. M. Vester. 2003. Mexico's Community-Managed Forests as a Global Model for Sustainable Landscapes. *Conservation Biology* 17 (3):672-677.
- Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojorquez-Tapia, S. Díaz, D. Melgarejo, and M. Missrie. 2002. Quantitative Changes in Forest Quality in a

- Principal Overwintering Area of the Monarch Butterfly in Mexico, 1971-1999. *Conservation Biology* 16 (2):346-359.
- Calderón, F. 2007. Primer Informe de Gobierno. México city: Presidencia de la República.
- Carton de Grammont, H. forthcoming. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos: la unidad económica campesina pluriactiva y la unidad familiar rural. México: Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cayuela, L., J. M. a. R. Benayas, and C. Echeverría. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). *Forest Ecology and Management* 226 (1-3):208-218.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2000. Situación demográfica de México, 2000. México city: CONAPO.
- . 2002. Índice de intensidad migratoria México-Estados Unidos. México city: CONAPO.
- . 2004a. Encuesta sobre Migración en la Frontera Norte de México (EMIF). Mexico city: CONAPO.
- . 2004b. Informe de ejecución del programa de acción de la conferencia internacional sobre la población y el desarrollo 1994-2003. México city: CONAPO.
- . 2005. Migración México-Estados Unidos: Panorama regional y estatal, 236. México city: CONAPO.
- . 2006. Proyecciones de la población de México 2005-2050, Main report, 29. México city: CONAPO.

- Cortina, S. 2006. Deforestación en los Altos de Chiapas: magnitud y causas. Recomendaciones para la planeación estratégica forestal. San Cristóbal de las Casas, Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Couturier, P. S. 2007. Evaluación de errores de cartas de cobertura vegetal y usos de suelo con enfoque difuso y con la simulación de imágenes de satélite, Facultad de Filosofía y Letras, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México (CIGA-UNAM), México.
- Cuevas, G. G. 2008. Aplicación de un modelo espacial para la elaboración de escenarios de uso/cobertura del suelo en la Huacana, Michoacán, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México (CIGA-UNAM), Morelia.
- Davis, B. 2000. Las políticas de ajuste de los ejidatarios frente a la reforma neoliberal en México. *Revista de la CEPAL* 72:99-119.
- de Anda, G. G., A. de Janvry, and E. Sadoulet. 1999. *La segunda reforma agraria de México: respuestas de familias y comunidades, 1990-1994*. México: Fondo de Cultura Económica y El Colegio de México.
- de Janvry, A. 2002. El desarrollo rural con una visión territorial. Paper read at Enfoque territorial del desarrollo rural, at Boca del Río, Veracruz.
- de Janvry, A., and E. Sadoulet. 2001. Income strategies among rural household in México: the role of off-farm activities. *World Development* 29 (3):467-480.
- de Janvry, A., E. Sadoulet, and B. Davis. 1995. NAFTA's Impact on Mexico: Rural Household-Level Effects. *American Journal of Agricultural Economics* 77 (5):1283-1291.
- Dirzo, R., and M. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.

- Durán, E., C. J.-F. Mas, and A. Velázquez. 2005. Land Use/Cover Change in Community-Based Forest Management Regions and Protected Areas in México. In *The Community Forests of Mexico Managing for Sustainable Landscapes*, eds. D. B. Bray, L. Merino-Pérez and D. Barry. Austin: University of Texas.
- Durand, J. forthcoming. Regiones de origen y destino de una migración centenaria. Guadalajara: Department for the Study of Social Movements, University of Guadalajara.
- Ehrhardt-Martinez, K., E. M. Crenshaw, and C. J. Jenkins. 2002. Deforestation and the environmental Kuznets curve: a cross-national investigation of intervening mechanisms. *Social Science Quarterly* 83 (1):226-243.
- Farley, K. A. 2007. Grasslands to Tree Plantations: Forest Transition in the Andes of Ecuador. *Annals of the Association of American Geographers* 97 (4):755-771.
- Flamenco-Sandoval, A., R. M. Martinez, and O. Masera. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation* 138:131-145.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 2006. Forest Resource Assessment, 2005. Main report. Roma: FAO.
- Galicia, L., and A. García-Romero. 2007. Land Use and Land Cover Change in Highland Temperate Forests in the Izta-Popo National Park, Central Mexico. *Mountain Research and Development* 27 (1):48-57.
- García-Barrios, R., and L. E. García-Barrios. 1996. Environmental and technological degradation in peasant agriculture: A consequence of development in Mexico. *World Development* 18 (11):1569-1585.
- Garibay, C., and G. Bocco. 2007. Situación actual en el Uso del Suelo en Comunidades Indígenas de la Región Purépecha 1976-2005 56. Morelia: Centro de

- Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Ghilardi, A., G. Guerrero, and C. O. Masera. 2007. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy* 31:475-491.
- Gómez-Mendoza, L., E. Vega-Peña, I. Ramírez, J. L. Palacio-Prieto, and L. Galicia. 2006. Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Applied Geography* 26:276-290.
- Grau, H. R., T. M. Aide, J. K. Zimmerman, and J. R. Thomlinson. 2004. Trends and scenarios of the carbon budget in postagricultural Puerto Rico (1936-2060). *Global Change Biology* 10 (7):1163-1179.
- Green, R. E., S. J. Cornell, J. P. W. Scharlemann, and A. Balmford. 2005. Farming and the Fate of Wild Nature. *Science* 307 (5709):550-555.
- Guerrero, G., O. R. Masera, and J. F. Mas. 2008. Land Use/Land Cover Change dynamics in the Mexican Highlands: Current situation and long term scenarios. In *Modelling Environmental Dynamics*, eds. M. Paegelow and M. Camacho. London: Springer.
- Gwartney, J., and R. Lawson. 2007. Economic freedom of the world: 2007 annual report, 228. Vancouver: Economic Freedom Network, The Fraser Institute.
- Haber, S. H. 1989. *Industry and Underdevelopment: The Industrialization of Mexico, 1890-1940*. Stanford, CA.: Stanford University Press.
- Hamilton, S., B. R. DeWalt, and D. Barkin. 2003. Household Welfare in Four Rural Mexican Communities: The Economic and Social Dynamics of Surviving National Crises. *Mexican Studies / Estudios Mexicanos* 19 (2):433-462.

- Hansen, D. R. 1978. *La política del desarrollo mexicano*. 2nd ed. México city: Siglo XXI editores.
- Hecht, S. B., and S. S. Saatchi. 2007. Globalization and Forest Resurgence: Changes in Forest Cover in El Salvador. *Bioscience* 57 (8):663-672.
- Hewitt de Alcántara, C. 1978. *La modernización de la agricultura mexicana*. 1st ed. México city: Siglo XXI editores.
- Hymer, S., and S. Resnick. 1969. A Model of an Agrarian Economy with Nonagricultural Activities. *The American Economic Review* 59 (4):493-506.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001. Indicadores sociodemográficos de México 1930-2000. Aguascalientes: INEGI.
- . 2005. Censo de Población y Vivienda 2005. Aguascalientes: INEGI.
- . 2007. Resultados preliminares del IX censo ejidal 2007 Aguascalientes: INEGI.
- International Labour Office (ILO). 2008. Global Employment Trends 2008. Geneva: International Labour Organization.
- International Organization for Migration (IOM). 2005. World migration: costs and benefits of international migration 2005, 492. Geneva: Migration Policy, Research and Communication Department (MPRC).
- Klooster, D. 2003a. Campesinos and Mexican Forest Policy During the Twentieth Century. *Latin American Research Review* 38 (2):94-126.
- . 2003b. Forest Transitions in Mexico: Institutions and Forests in a Globalized Countryside. *The Professional Geographer* 55 (2):227-237.
- Klooster, D., and O. R. Masera. 2000. Community forest management in Mexico: carbon mitigation and biodiversity conservation through rural development. *Global Environmental Change* 10:259-272.

- Linck, T. 2001. El campo en la ciudad: reflexiones en torno a las ruralidades emergentes. Paper read at La nueva ruralidad en América Latina, at Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- López, E., G. Bocco, M. Mendoza, A. Velázquez, and R. Aguirre. 2006. Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems* 90 (1-3):62-78.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, C. Alcántara, G. Bocco, R. Castro, T. Fernández, and A. Pérez-Vega. 2004. Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5:249-261.
- Masera, O., D. Masera, and J. Navia. 1998. *Dinámica y uso de los recursos forestales de la región Purépecha*. México city: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C.
- Masera, O., B. D. Saatkamp, and D. M. Kammen. 2000. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. *World Development* 28:2083-2103.
- Masera, O. R. 1990. *Crisis y Mecanización de la Agricultura Campesina*. México city: El Colegio de México.
- Masera, O. R., M. Astier, and S. López-Ridaura. 1999. *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco MESMIS*. México city: Mundiprensa.
- Masera, O. R., M. J. Ordonez, and R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35 (3):265-265.

- Mather, A., and C. Needle. 1998. The forest transition: a theoretical basis. *Area* 30:117-124.
- Mather, A. S. 1992. The forest transition. *Area* 24 (4):367-379.
- . 2001. The transition from deforestation to reforestation in Europe. In *Agricultural technologies and tropical deforestation*, eds. A. Angelsen and D. Kaimowitz. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing in association with CIFOR.
- Mather, A. S., J. Fairbairn, and C. L. Needle. 1999. The course and drivers of the forest transition: the case of France. *Journal of Rural Studies* 15 (1):65-90.
- Mather, A. S., C. L. Needle, and J. R. Coull. 1998. From resource crisis to sustainability: the forest transition in Denmark. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 5 (3):182-193.
- Mendoza, C. 2003. Aspectos territoriales de la migración de michoacanos a los Estados Unidos en la década de los noventa. In *Diáspora Michoacana*, ed. G. López-Castro. Morelia: El Colegio de Michoacán y Gobierno del Estado de Michoacán.
- Mendoza, E., and R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8 (12):1621-1641.
- Núñez, F. L. 1998. Los determinantes demográficos del crecimiento de la población rural y urbana. *Demos Enero* (11):6-7.
- Ochoa-Gaona, S. 2001. Traditional Land-Use Systems and Patterns of Forest Fragmentation in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Environmental Management* 27 (4):571-586.
- Ochoa-Gaona, S., and M. González-Espinosa. 2000. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography* 20 (1):17-42.

- Palma, G. 2003. Trade liberalization in Mexico: its impact on growth, employment and wages, ed. I. L. Office, 72. Geneva: International Labour Organization (ILO).
- Perfecto, I., and J. Vandermeer. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134:173-200.
- Perz, S. G. 2002. Household life cycles and secondary forest cover among small farm colonists in the Amazon. *World Development* 30 (6):1009-1027.
- . 2007. Grand Theory and Context-Specificity in the Study of Forest Dynamics: Forest Transition Theory and Other Directions. *The Professional Geographer* 59 (1):105-114.
- Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, and H. L. Gholz. 2007. Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 82 (4):198-207.
- Ramírez, I., and R. Zubieta. 2005. Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Región Mariposa Monarca. México city: Instituto de Geografía (Ig-UNAM) & World Wildlife Foundation (WWF).
- Ratha, D., and Z. Xu. 2008. *Migration and Remittances Factbook*. New York: World Bank.
- Reardon, T., J. Berdegue, and G. Escobar. 2001. Rural Nonfarm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications. *World Development* 29 (3):395-409.
- Revenge, A. 1997. Employment and Wage Effects of Trade Liberalization: The Case of Mexican Manufacturing. *Journal of Labor Economics* 15 (3, Part 2: Labor Market Flexibility in Developing Countries):S20-S43-S20-S43.

- Rudel, K. T., T. O. Coomes, E. Moran, F. Achard, A. Angelsen, J. Xu, and E. Lambin. 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change* 15 23–31.
- Rudel, T. K., D. Bates, and R. Machinguiashi. 2002. A Tropical Forest Transition? Agricultural Change, Out-migration, and Secondary Forests in the Ecuadorian Amazon. *Annals of the Association of American Geographers* 92 (1):87-102.
- Rudel, T. K., M. Perez-Lugo, and H. Zichal. 2000. When Fields Revert to Forest: Development and Spontaneous Reforestation in Post-War Puerto Rico. *The Professional Geographer* 52 (3):386-397.
- Ruiz-Nápoles, P. 2004. Exports, growth, and employment in Mexico, 1978-2000. *Journal of Post Keynesian Economics* 27 (1):105-124.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. México city: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Sadoulet, E., A. de Janvry, and B. Davis. 2001. Cash Transfer Programs with Income Multipliers: PROCAMPO in Mexico. *World Development* 29 (6):1043-1056.
- Secretaría de la Reforma Agraria (SRA). 2008. *Comunicado 31*. Presidencia de la República, 26 March 2008 [cited 20 May 2008]. Available from <http://www.presidencia.gob.mx/prensa/sra/?contenido=34474>.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2006. Mexico city: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Taylor, E. J. 1999. The New Economics of Labour Migration and the Role of Remittances in the Migration Process. *International Migration* 37 (1):63-88.
- Toledo, A., and G. Bocco. 2008. *Globalización, migración y ambiente*. Mexico city: Instituto Nacional de Ecología (INE).

- Toledo, V. M. 1990. El proceso de ganaderización la destrucción biológica y ecológica de México. In *Medio ambiente y desarrollo en México*, ed. E. Leff, 191-229. México city: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades (UNAM) y Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- . 2001. Indigenous people and biodiversity. In *Encyclopedia of Biodiversity*, ed. S. Levin. San Diego: Academic Press.
- Trejo, I., and R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94 (2):133-142.
- Turner, B. L., S. C. Villar, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P. M. Mendoza, S. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, A. B. Plotkin, D. P. Salicrup, R. R. Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Schmook, and C. Vance. 2001. Deforestation in the southern Yucatan peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management* 154 (3):353-370.
- United Nations (UN). 2006. World Urbanization Prospects: the 2005 revision. In *Economic & Social Affairs*, ed. P. Division, 210. New York: United Nations.
- Valdivieso, I. A., L. E. García-Barríos, and H. Plascencia-Vargas. 2008. Change in land use in the La Sepultura Biosphere Reserve buffer zone (1975-2005): Corn crisis, livestock expansion, and marginal recovery of trees. *Forest Ecology and Management* (submitted).
- Vandermeer, J., and I. Perfecto. 2005. The future of farming and conservation. *Science* 308:1257.
- Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J.-F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez, and J.-L. Palacio. 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13 (3):175-184.

- Villareal, R., and R. Ramos. 2001. La apertura de México y la paradoja de la competitividad: hacia un modelo de competitividad sistémica. *Comercio Exterior* Septiembre.
- Walker, R. T., W. D. Solecki, and C. Harwell. 1997. Land use dynamics and ecological transition: the case of South Florida. *Urban Ecosystems* 1 (1):37-47.
- Winters, P., A. de Janvry, and E. Sadoulet. 2001. Family and Community Networks in Mexico-U.S. Migration. *The Journal of Human Resources* 36 (1):159-184.
- Yúñez-Naude, A., and E. J. Taylor. 2001. The Determinants of Nonfarm Activities and Incomes of Rural Households in Mexico, with Emphasis on Education. *World Development* 29 (3):561-572.
- Zimmerer, K. S. 2004. Cultural ecology: placing households in human-environment studies -the cases of tropical forest transitions and agrobiodiversity change. *Progress in Human Geography* 28 (6):795-806.

	1976	2000	Change	Percent	Annual loss rate
<i>Forest cover (total)</i>	730,997	635,330	-95,667	-13	-0.6
Primary	561,351	388,500	-172,852	-31	-1.5
Secondary	169,645	246,830	77,185	45	1.6
<i>Temperate forest</i>	352,108	324,777	-27,331	-8	-0.34
Primary	303,093	206,007	-97,086	-32	-1.6
Secondary	49,015	118,770	69,755	142	3.8
<i>Tropical forest</i>	378,888	310,553	-68,336	-18	-0.83
Primary	258,258	182,493	-75,765	-29	-1.4
Secondary	120,630	128,060	7,430	6	0.3
<i>Rain forest</i>	112,246	90,852	-21,394	-19	-0.9
Primary	94,147	62,195	-31,952	-34	-1.7
Secondary	18,098	28,657	10,559	58	1.9
<i>Dry forest</i>	266,643	219,701	-46,942	-18	-0.8
Primary	164,111	120,298	-43,813	-27	-1.3
Secondary	102,532	99,403	-3,129	-3	-0.1
<i>Croplands</i>	263,366	309,512	46,147	18	0.7
<i>Grasslands</i>	150,288	198,746	48,458	32	1.1
Total	1,144,650	1,143,588			

Table 1. Changes in forest and agricultural land cover 1976-2000. Due to reprocessing, data may be slightly different from those reported by Mas et al., (2004). Areas and transitions from non-forest covers to grassland and crop areas were not considered. Total area between 1976 and 2000 does not match because some transitions considered as “false changes” were not included.

Source	Region	Annual loss rate (%)			Forest cover t1 (ha)	Net forest loss (ha)	Forest gains (ha)
		t1-t2	t2-t3	t3-t4			
FAO, 2006	National	1.1 (1990-2000)	1.2 (2000-2005)		69,016,000	-608,000	n.a.
Mas <i>et al.</i> , 2004	National	1.5 (1976-2000)			56,058,600	-16,775,700	3,400,000
Mas <i>et al.</i> , 2004	National	3.3 (1993-2000)			48,421,200	-10,186,600	647,500
Tropical rain forest							
Flamenco <i>et al.</i> , 2007	Selva del Ocote, Chiapas	1.2 (1985-1995)	6.8 (1995-2000)		63,597	-23,347	32,848
Gomez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	2.6 (1980-2000)			249,474	-101,463	n.a.
Mendoza & Dirzo, 1999 ^a	Selva Lacandona, Chiapas	1.9 (1974-1984)	1.1 (1984-1991)		82,438	-19,327	n.a.
Porter- Bolland, 2007 ^a	La Montaña, Campeche	0.3 (1988-2000)	0.7 (2000-2005)		177,942	-26,836	5,404
Velázquez <i>et al.</i> , 2003	Oaxaca	2.0 (1980-2000)			n.a	n.a	n.a.
Tropical dry forest							
Bray <i>et al.</i> , 2004	Zona Maya, Quintana Roo	0.4 (1976-1984)	0.1 (1984-2000)		432 013	-27,022	136,939
Cuevas, 2008	La Huacana, Michoacán	0.2 (2000-2003)	1.7 (2003-2006)		66,118	-3,677	1,862
Garibay <i>et al.</i> , 2008 ^a	Tierra Caliente, Michoacán	-0.2 (1976-2000)	-9.9 (2000-2005)		5,632	3,761	5,123
Gomez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	0.2 (1980-2000)			143,045	-5,190	n.a.
Turner <i>et al.</i> , 2001	Peninsula de Yucatán	0.4 (1969-1987)	0.3 (1987-1997)		1,104,200	-159,100	n.a.

Temperate forest							
Brower <i>et al.</i> , 2002	Mariposa Monarca, Michoacán & State of Mexico	1.7 (1971-1984)	2.4 (1984-1999)		27,485	-12,225	n.a.
Cayuela <i>et al.</i> , 2006	Highlands of Chiapas	1.3 (1975-1990)	4.7 (1990-2000)		216,363	-118,024	n.a.
Flamenco <i>et al.</i> , 2007	Selva del Ocote, Chiapas	0.3 (1985-1995)	2.4 (1995-2000)		66,024	-9,002	909
Galicia & García Romero, 2007	Transmexican Volcanic Belt, Central México	0.5 (1970-1980)	0.4 (1980-1990)	0.1 (1990-2000)	59,369	-5,506	1,336
Garibay <i>et al.</i> , 2008 ^a	Purepecha Region, Michoacán	0.3 (1976-2000)	0.2 (2000-2005)		220,618	-19,101	30,975
Gomez-Mendoza <i>et al.</i> , 2006	Sierra Norte, Oaxaca	0.5 (1980-2000)			817,749	-79,509	n.a.
Guerrero & Masera, 2008	Purepecha Region, Michoacán	0.9 (1986-2000)			208,518	-23,766	76,480
Ochoa-Gaona & González Espinosa, 2000	Highlands of Chiapas	1.6 (1974-1984)	2.1 (1984-1990)	4.7 (1990-1996)	202,000	-85,000	n.a.
Ramírez & Zubieta, 2005	Mariposa Monarca, Michoacán & State of Mexico	0.2 (1993-2000)	0.8 (2000-2003)		106,607	-3,853	2,655
Velázquez <i>et al.</i> , 2003	Oaxaca	1.0 (1980-2000)			n.a	n.a	n.a.

Table 2. Reported annual loss rates for selected regional case studies. n.a. = not available. All annual loss rates are estimated according to Dirzo and García 1992. a. Estimations include primary and secondary forest.

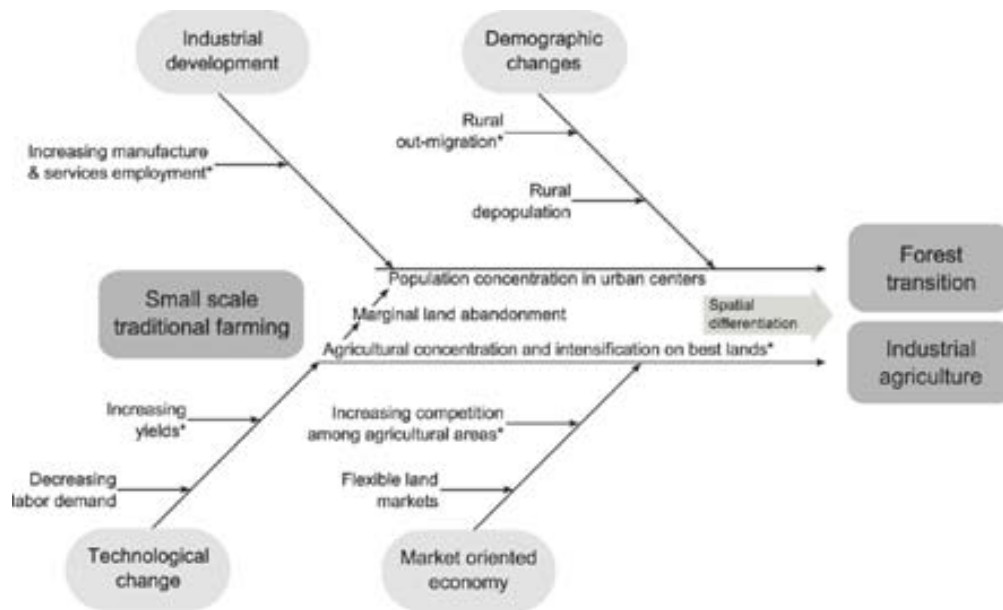


Figure 1. Major drivers that encouraged forests transitions in developed countries according to the FTM: Technological improvements (e.g. management practices and implements) allowed an increment in the returns per unit of area and labor. Because those innovations had better results on better lands, agricultural production began to concentrate and specialize on these areas. The expansion of market economies facilitated relocation of food production by increasing competence between agricultural areas and through flexible land markets. More productive farmers were able to specialize, while those located in marginal areas abandoned their land. Both the creation of job opportunities in the cities by industrial development and the displacement of marginal agricultural production by more productive farmers propelled an exodus, depopulating the countryside. Consequently, population pressure on forests decreased and marginal farm land was left to revert to forest. *This factors are partially present in México, as will be explained below in the text.

230x138mm (600 x 600 DPI)

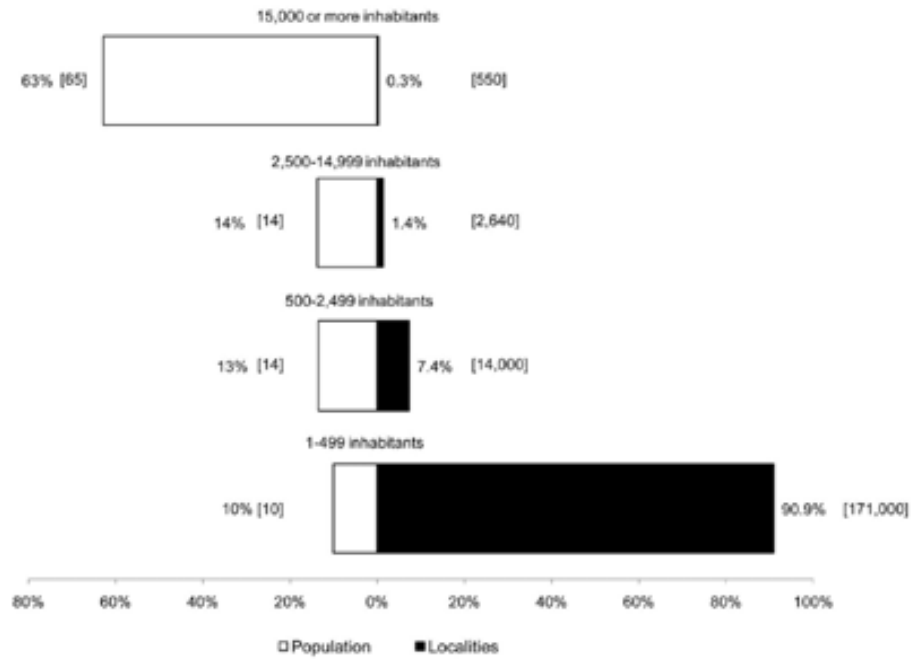


Figure 2. Population distribution by locality size. Brackets show absolute figures. Source: Censo de Población y Vivienda 2005, National Institute for Statistics, Geography and Informatics (INEGI).
254x190mm (600 x 600 DPI)