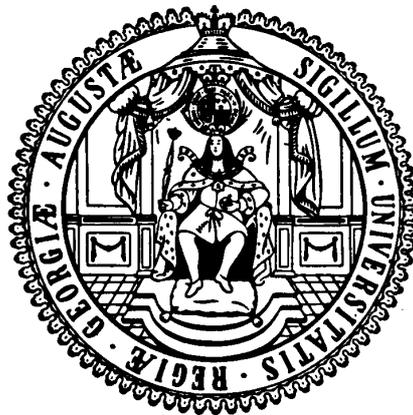


**Ibero-Amerika Institut für Wirtschaftsforschung
Instituto Ibero-Americano de Investigaciones Económicas
Ibero-America Institute for Economic Research
(IAI)**

**Georg-August-Universität Göttingen
(founded in 1737)**



Diskussionsbeiträge · Documentos de Trabajo · Discussion Papers

Nr. 91

**Pobreza, Deforestación y Pérdida de la
Biodiversidad en Guatemala**

**Ludger J. Loening
Michael Markussen**

Enero 2003

Copyright © 2003

Ibero-Amerika Institut für Wirtschaftsforschung
Instituto Ibero-Americano de Investigaciones Económicas
Ibero-America Institute for Economic Research
(IAI)

ISSN 1431-181X

Pobreza, Deforestación y Pérdida de la Biodiversidad
en Guatemala¹

Un Análisis Empírico y
Algunas Sugerencias de Política Económica

Ludger J. Loening*

Michael Markussen**

Con la asistencia de

Adriana R. Cardozo*

¹ Una versión inicial fue presentada en Agosto de 2002 en la conferencia de la Academia Internacional para la Conservación en la Isla de Vilm que forma parte de la Agencia Federal Alemana para la Conservación del Medio Ambiente (BfN). Los autores agradecen los comentarios recibidos allí así como las discusiones con los miembros del Instituto Ibero-Americano y el Instituto Geográfico de la Universidad de Goettingen.

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación Interdisciplinario sobre Valoración y Manejo de la Biodiversidad de la Universidad de Goettingen, con apoyo financiero de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

* Instituto Ibero-Americano de Investigaciones Económicas.

** Instituto de Geografía, Departamento Ecología del Paisaje.

Abstract

Poverty, Deforestation and Biodiversity Loss in Guatemala

This paper explores the causes of deforestation and biodiversity loss in Guatemala and is organized into 4 parts. First, an overview about deforestation in Guatemala from 1950-2000 is provided, and the relationship between deforestation and biodiversity loss is explored. Secondly, some underlying causes of deforestation are examined. While caution is needed about many conventional hypotheses, there are strong reasons to believe that higher rural wages generated by greater off-farm employment opportunities reduce deforestation. Thirdly, an empirical analysis indicates that agricultural activities in rural areas remain closely tied to deforestation because of the virtual absence of non-environmental assets of the poor. And finally, some doubts are placed on the excessive establishment of Integrated Conservation and Development Projects (ICDPs) within the countryside. In particular, the paper concludes that for the case of Guatemala strengthening the rural non-farm sector and human capital formation should be regarded as a key elements of a development strategy that tries to combine biodiversity conservation within a framework of sustainable economic growth and poverty alleviation.

JEL Codes: C20, O15, O54, Q23.

Keywords: Biodiversity, Deforestation, Econometrics, Education, Integrated Conservation and Development Projects, Poverty, Rural Non-farm Employment, Guatemala.

E-mail: mmarkus@gwdg.de
ludger.loening@wi-wiss.uni-goettingen.de

Resumen

Pobreza, Deforestación y Pérdida de la Biodiversidad en Guatemala

El presente trabajo explora las causas de la deforestación y la pérdida de biodiversidad en Guatemala. El documento se divide en cuatro partes. En la primera, se presenta una generalización sobre la deforestación en Guatemala entre 1950-2000. Así mismo se explora la relación entre deforestación y pérdida de biodiversidad. En la segunda parte, se examinan algunas de las causas de la deforestación. Aunque es necesario analizar con cuidado algunas de las hipótesis convencionales, hay razones sólidas para creer que mayores salarios rurales generados por mejores opciones de empleo no agrícola reducen la deforestación. En la tercera sección, se realiza un análisis empírico, el cual indica que las actividades agrícolas en las áreas rurales están fuertemente relacionadas a la deforestación debido a la ausencia de activos no ambientales de los pobres, como por ejemplo la educación. Finalmente, se plantean algunas dudas sobre el establecimiento excesivo de áreas protegidas dentro del país. En particular, el trabajo concluye que el fortalecimiento del sector rural no agrícola y la formación de capital humano deberían tomarse como elementos claves para una estrategia de desarrollo que intente combinar conservación de la biodiversidad con crecimiento económico sostenible y reducción de la pobreza.

Palabras claves: biodiversidad, deforestación, econometría, educación, áreas protegidas, pobreza, empleo rural no agrícola, Guatemala.

Dirección electrónica: mmarkus@gwdg.de
ludger.loening@wi-wiss.uni-goettingen.de

Contenido

1. Introducción.....	6
2. Biodiversidad y deforestación en Guatemala.....	7
3. Causas de la deforestación.....	13
4. Resultados empíricos.....	18
5. ¿Cómo contribuyen las áreas protegidas a la conservación de la biodiversidad?	24
6. Conclusiones y necesidades futuras de investigación	30
7. Bibliografía.....	33
Anexo 1: Datos	40
Anexo 2: Fotos.....	42

Listado de tablas

Tabla 1: Estimaciones de deforestación y cobertura forestal en Guatemala, 1950-2000.....	8-10
Tabla 2: Cambios en el nivel de nutrientes de la tierra debido a la explotación agrícola	12
Tabla 3: Causas directas de la deforestación en Guatemala, 1993-1997	15
Tabla 4: Guatemala: Cambios en el uso del suelo, 1979-1999	15
Tabla 5: Determinantes de la deforestación en Guatemala, 1975-1988.....	20
Tabla 6: Motivos para la migración rural en Guatemala, 1995-2000	22
Tabla 7: Deforestación anual en la Reserva de la Biósfera Maya, 1986-1997	27
Tabla 8: Fuentes de datos para el modelo de regresión	40
Tabla 9: Datos regionales para el modelo de regresión.....	41

“Reconociendo que el desarrollo económico y social y la erradicación de la pobreza son prioridades básicas y fundamentales de los países en desarrollo”

Convenio sobre la Diversidad Biológica

1. Introducción

Por medio de la ratificación del Convenio sobre la Diversidad Biológica en el año 1995, Guatemala se comprometió a llevar a cabo medidas amplias para la conservación de la biodiversidad. Desde el punto de vista de un país en desarrollo surgen varias dificultades para implementar dicho convenio, ya que la conservación de la biodiversidad usualmente no es una prioridad social. Esta situación es problemática en la medida en que es precisamente en las economías en desarrollo donde se encuentra la mayor parte de la diversidad biológica.

Como se explica en la próxima sección, el presente trabajo parte del supuesto de una estrecha relación entre la pérdida de biodiversidad y el retroceso de recursos forestales. Una meta muy importante de las medidas para mantener la biodiversidad en Guatemala debe por lo tanto orientarse a disminuir ampliamente la deforestación. De acuerdo a los más recientes cálculos de la FAO (2001), la tasa anual de tala de bosques es 1.7% que resulta superior a la observada en Brasil o Indonesia. A nivel mundial, Centroamérica se cuenta como una de las regiones más afectadas por la deforestación. Southgate y Basterrechea (1993) argumentan en este sentido que Guatemala es un caso relevante en este tema dentro de Latinoamérica, ya que ofrece una serie de problemas característicos dentro de la región.

Con base en el planteamiento anterior, los dos cuestionamientos principales del documento son: (a) ¿Cuáles son las razones para el drástico retroceso de recursos forestales en Guatemala? (b) ¿Qué medidas se podrían considerar como las más acertadas para la conservación de la biodiversidad y del área forestal a largo plazo?

2. Biodiversidad y deforestación en Guatemala

Según Myers et al. (2000) la localización natural así como la situación biogeográfica ha llevado a que Guatemala se convierta en un centro de interés (hotspot) a nivel global en cuanto a la diversidad de clases. Así mismo, el Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala (2002) coloca al país en el lugar 24 de los 25 países con mayor diversidad arbórea en el plano mundial, por lo cual algunos autores hacen énfasis en la alta prioridad de protección en el país.

Nations et al. (1989) así como Villar Anleu (1998a, 1998b) resaltan la localización del país como corredor entre las dos grandes masas continentales de tierra entre América del Norte y América del Sur, así como entre las costas Pacífica y Atlántica donde se crea una gran diversidad de flora y fauna en un espacio estrecho. De la Cruz (1982) y Holdridge (1967) mencionan que las unidades de corto espacio dependientes del relieve y la geomorfología, así como las diferencias climáticas asociadas han permitido la construcción de una importante diversidad de ecosistemas. Particularmente, la región del Petén y los bosques de niebla de Guatemala generan una gran biodiversidad que ha sido denominada por Dinerstein et al. (1995) como única en su clase y al tiempo como muy vulnerable.

La tabla número 1 presenta una visión general sobre la deforestación en Guatemala durante los últimos 50 años. Como se puede observar, existe una fuerte tendencia a la disminución del área boscosa. Mientras en 1950 aproximadamente el 65% del área del país estaba cubierta por bosque, en el año 2000 este porcentaje desciende a 26%. Igualmente, se registra una pérdida de bosque de aproximadamente 60% durante el mismo lapso de tiempo. Cabe resaltar que los datos de distribución de las áreas de bosque varían considerablemente dependiendo de la fuente.

Tabla 1: Estimaciones de deforestación y cobertura forestal en Guatemala, 1950-2000

Año	Cobertura forestal (% del área total)	Cobertura forestal (km ²)	Tasa anual de deforestación (ha) / [%]	Fuente	Observaciones
1950	65.0	70,451	-	INAFOR (1982) ¹	
1950	65.2	71,000	-	OAS (1991) ²	
1970	47.0	51,000	-	Leonard (1987) ²	
1975-76	39.7	43,750	-	Mittak (1977)	El estudio no contiene una descripción de la metodología utilizada.
1977	33.0	36,100	63,700	INAFOR (1982) ¹	
1979	39.7 ⁶	43,230	-	Baumeister (2001)	Análisis de cambios en el uso de la tierra basado en encuestas y estimaciones de expertos.
1980	42.0	45,500	-	Wilkie (1993) ¹	
1980	40.4 ⁶	44,000	-	CONAMA (1992) ²	
1982	-	-	60,000	Nations und Komer (1983) ²	
1983	-	-	60,000	Leonard (1987) ¹	
1981-85	-	-	90,000	WRI (1992) ¹	
1987-88	37.3 ⁶	40,650	-	Sagastume (1992)	El consultor sugirió que los mapas llevaran el título preliminar, dado que había problemas con las nubes y nunca se efectuó una gira de campo.
1989	-	-	70,000	Kaimowitz (1996)	Cálculos del autor.
1989	40.0	43,754	55,600	Escobar et al. (1989) ¹	
1981-90	-	-	81,000	FAO (1993) ²	
1990	-	-	60,000-90,000	PAFG (1991) ¹	
1990	33.98 ⁶	37,000	90,000	Utting (1993) ²	
1990	38.57 ⁶	42,000	-	FAO (1993) ²	

Continuación en la siguiente página.

Año	Cobertura forestal (% del área total)	Cobertura forestal (km ²)	Tasa anual de deforestación (ha) / [%]	Fuente	Observaciones
1990	39.06	42,253	-	FAO (1997) ⁵	
1991	-	-	90,000	Merlet et al. (1993) ²	
1992	31.1	33,900	-	PAFG (1991) ⁴	
1992	31.13	33,902	-	CONAMA et al. (1999) ⁵	
1977-92	-	-	65,900 [1.5%]	CONAMA et al. (1999) ⁵	
1993	48.0	52,710	-	WRI (1996) ¹	
1993	-	-	90,000	Wilkie (1993) ¹	
1995	34.4	38,410	-	FAO (1997) ⁵	
1996	34.0	37,500	-	PAFG (1996) ¹	
1996	31.9	34,801	82,000	CCAD (1998)	
1996	28.1	30,620	-	López (1998)	Estimación considerando una tasa de deforestación anual de 82.000 ha.
1997	-	-	90,000	CONAP (1997) ¹	
1997	-	-	82,000	FAO (1997) ^{4, 5}	
1998	26.02	28,982	-	CONAMA et al. (1999) ⁵	
1997-99	29.2 ⁶	31,760	57,350 ⁶	Baumeister (2001)	
1998-99	34.57	37,727	-	INAB (2000)	Los datos no son fácilmente comparables con las estimaciones anteriores de Sagastume (1992).
2000	26.3	28,497	-	FAO (2001) ³	
1990-2000	-	-	53,743 [1.7%]	FAO (2001) ³	Basado en INAB (2000) y Sagastume (1992).

¹ Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala (1998) y Dix (1999).

² Kaimowitz (1996).

³ http://www.fao.org/forestry/fo/country/index.jsp?geo_id=174&lang_id=1, diciembre 2002.

⁴ López (1998).

⁵ CONAMA et al. (1999).

⁶ Cálculos propios.

Un ejemplo son los datos para el año 1990 en el cual se presentan tres estimaciones diferentes. Lo mismo sucede con las tasas anuales de deforestación. En este caso los valores varían entre 54,000 y 90,000 hectáreas por año. Al respecto no se puede descartar que los datos están influidos por el interés de cada autor al realizar los cálculos respectivos. No obstante, una valoración y revisión de los datos resulta difícil ya que los métodos utilizados difieren considerablemente. Con base en las nuevas investigaciones de Baumeister (2001) y de la FAO (2001) respecto a la tala de árboles en el ámbito nacional, se considera como realista una cifra entre 50,000 a 60,000 hectáreas por año. Sin embargo, resulta imposible deducir de los trabajos existentes en que dirección han sido los cambios en la tasa anual de deforestación.

La biodiversidad de especies así como de ecosistemas en las zonas boscosas del trópico y del subtrópico se ve amenazada por la fuerte deforestación. McArthur y Wilson (1967) presentan la clara relación entre deforestación y extinción de especies en el modelo especies-área. Lugo et al. (1993) confirman esta relación, aunque consideran que hay un riesgo de sobreestimación. Al mismo tiempo concluyen que la pérdida de la biodiversidad se puede detener por medio de estrategias administrativas, como por ejemplo la reforestación. Aunque en Guatemala algunos programas de reforestación por parte del estado se llevan a cabo, no pueden compensar equivalentemente las talas ni retroceder los fuertes cambios ecológicos. Las consecuencias de la deforestación son las siguientes: pérdida directa de especies, daño y fragmentación del hábitat (Markussen y Renner 2002), consecuencias climáticas que se observan tanto a nivel global como también en relación con el microclima, y finalmente efectos agravantes sobre las propiedades del suelo.

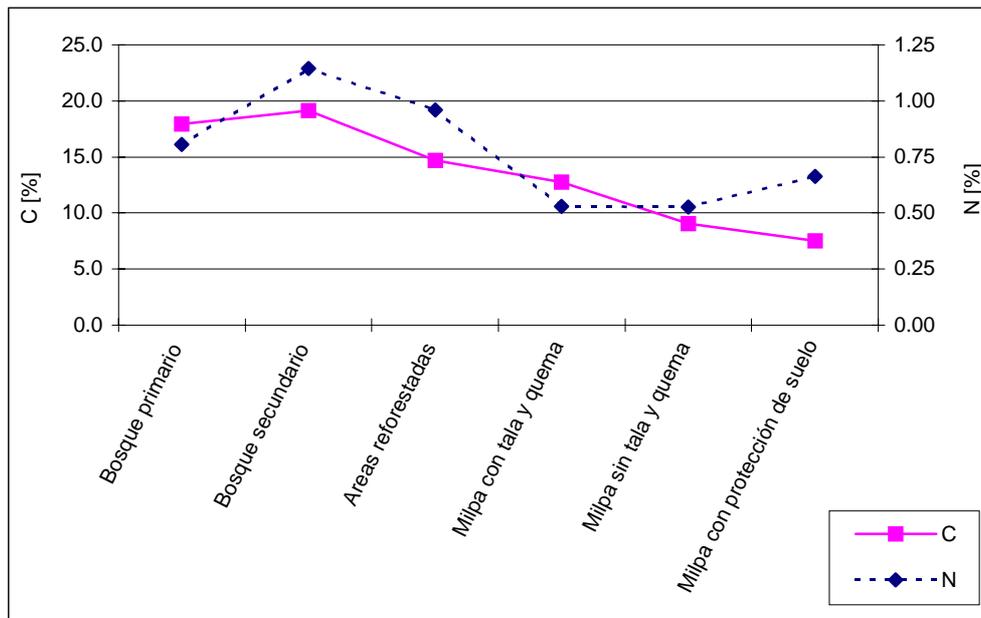
Usualmente en las investigaciones no se tienen en cuenta los factores abióticos que dentro del marco del proceso de deforestación también

tienen efectos sobre la diversidad de especies. De esta forma Markussen (2003) investiga cambios pedológicos ocasionados por la deforestación en los bosques de niebla de Guatemala. Los bosques de niebla se escogieron como áreas de investigación debido a la variedad de la flora y la fauna, así como debido a los recursos naturales de agua. Las investigaciones del paisaje por medio de análisis físicos, químicos y biológicos de los suelos muestran que a través de la deforestación de los bosques de niebla y la utilización agrícola tradicional por parte de la población Q'eqchi', se origina una degradación del suelo (ver también el anexo 2). Dado que el suelo es la fuente de vida para la fauna y la flora, se generan consecuencias negativas sobre la biodiversidad.

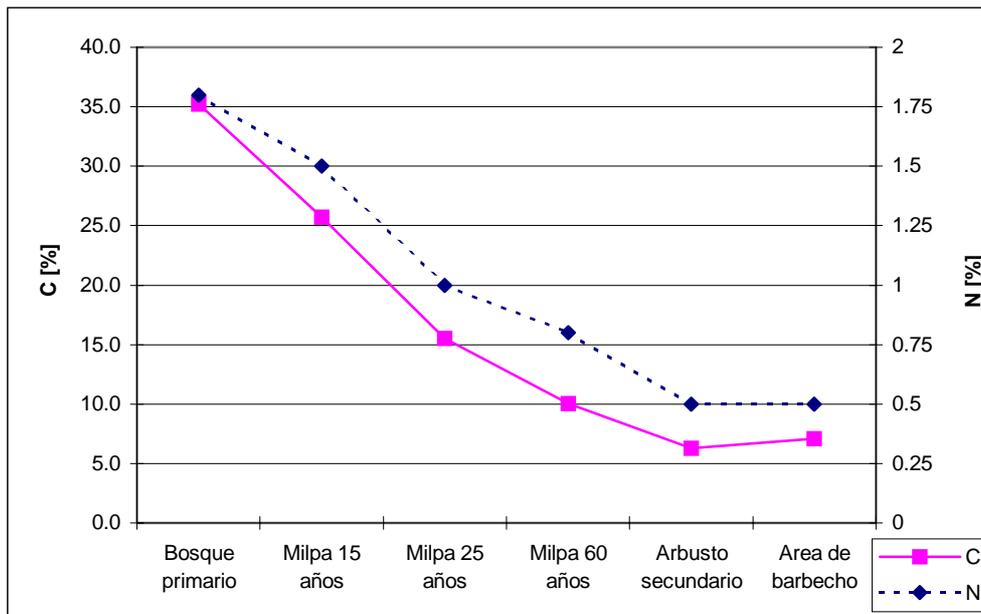
Los fuertes cambios de los parámetros químicos y físicos del suelo se pueden observar en las tablas 2a y 2b. En especial, el mantenimiento de carbono así como el nitrógeno total disminuyen fuertemente con la utilización permanente del suelo. Por lo tanto, la regeneración de las áreas se ve considerablemente limitada. Para muchos organismos en el suelo esto se traduce en la pérdida de la función de hábitat. El suelo representa la base para la producción primaria y toma la función de hábitat para muchos tipos de micro y meso fauna. Para la flora y la fauna que habita sobre el suelo, la degradación implica limitaciones en la función de regulación del mismo, como por ejemplo limitaciones en la acumulación de energía y nutrientes. Adicionalmente, se pierde la utilidad del suelo, incluyendo también la producción de alimentos para el hombre (Markussen 2002). La degradación original del suelo iniciada por la deforestación conlleva a un rendimiento de la producción agrícola, incrementando de esta forma la demanda por tierra de los pequeños agricultores y de la población que vive de la economía de subsistencia. Esta mayor demanda genera a su vez ampliación de cultivos y contribuye significativamente a la disminución de los recursos forestales. Las causas socioeconómicas de los procesos de deforestación se analizan en la siguiente sección.

Tabla 2:
Cambios en el nivel de nutrientes de la tierra debido a la explotación agrícola

(a) En la superficie (0-30 cm) de la comunidad Chelemhá, Alta Verapaz



(b) En el respectivo horizonte alto (horizonte Ah) de la comunidad Chicacnab, Alta Verapaz



Fuente: Markussen (2003).

3. Causas de la deforestación

Históricamente se observa que la transformación de zonas forestales en zonas de producción agrícola ha jugado un papel importante en Guatemala, país considerablemente orientado a la exportación agrícola. El fuerte crecimiento económico en el sector agrícola hasta la década de los 80, intensivo en recursos naturales, contribuyó significativamente a la disminución del bosque. Igualmente, la ampliación de la economía pecuaria en El Petén fue importante para el deterioro de los recursos forestales. La consecuente devastación del bosque húmedo tropical es un claro ejemplo de decisiones políticas erradas. Según Kaimowitz (1995, 1996) y el Banco Mundial (1995a), las zonas vistas como improductivas fueron transformadas en tierras de pastoreo. Así mismo, se fomentó activamente a través de adjudicaciones de grandes áreas, de créditos de bajo costo y de subvenciones la transformación del bosque tropical.

Una recopilación de diferentes estudios sobre la deforestación en Guatemala durante los últimos 20 años se puede encontrar en la FAO (1999). Por otra parte, el Banco Mundial (1995a) y con base en el mismo Katz (2000), analizan la problemática de los derechos de propiedad de la tierra y sus efectos sobre la deforestación. En general, se observa que los estudios proporcionan resultados ambivalentes y son netamente cualitativos. Hasta los años ochenta, la mayoría de estudios asociaba los procesos de deforestación principalmente con el aumento de la ganadería extensiva. Posteriormente, el énfasis se centró en el crecimiento poblacional, la pobreza y la utilización no sostenible de la tierra como principales causantes.

Según CONAMA et al. (1999) las áreas que actualmente están sin explotar, se clasifican como inapropiadas para la producción agrícola sostenible. Dado que las áreas aptas para la producción agrícola orientada a la exportación ya se encuentran delimitadas, se sospecha que existen otras causas que han ganado significancia como

generadoras de la alta deforestación. Al respecto cabe mencionar que, en el caso de Guatemala, la utilización de la madera como recurso industrial no se puede considerar como una causa importante, ya que tiene una escasa participación de 2.5 por ciento en el Producto Interno Bruto del país. Según el Sistema de Naciones Unidas en Guatemala (2002), del total de la producción forestal entre 1995-1999, el 97% se utilizó como combustible y solamente el 3% de la madera fue industrializada. Sorpresivamente, Guatemala (nombre que etimológicamente indica tierra de árboles) presenta una balanza comercial deficitaria en cuanto a productos forestales que se origina principalmente en la alta importación de papel y cartón.

Kaimowitz y Angelsen (2002) examinan la literatura disponible sobre modelos empíricos de deforestación, observando que no existe una conclusión generalizada sobre los orígenes de la deforestación. En la mayoría de estudios se realizan análisis de corte transversal que, debido a datos dudosos así como a la mezcla analítica de diferentes puntos de vista, ofrecen escasos avances en el conocimiento de esta problemática. Parece por lo tanto necesario diferenciar menores niveles de agregación entre (a) causas directas y (b) los determinantes socioeconómicos asociados.

Sin embargo, resulta irrefutable que en Latinoamérica la ampliación de las áreas de producción agrícola y sobre todo el aumento de las áreas de pastoreo han contribuido directamente a la pérdida de recursos forestales. En el caso de Guatemala, las estimaciones de expertos indican, como se observa en las tablas 3 y 4, una ampliación de las áreas forestales debido al aumento de las necesidades alimentarias de los pequeños cultivadores. De acuerdo a estos cálculos, la tasa anual de deforestación resulta un poco más alta que en las estimaciones de la FAO (2001).

Tabla 3:
Causas directas de la deforestación en Guatemala, 1993-1997

Deforestación anual por	en 1,000 ha	en %
Agricultura migratoria ^{a/}	64.4	78.5
Ganadería extensiva	8.2	10.0
Talas ilícitas	4.1	5.0
Consumo de leña	2.5	3.0
Incendios forestales	1.6	2.0
Plagas y enfermedades	0.8	1.0
Agricultura comercial	0.4	0.5

Fuente: tomado de CONAMA et al. (1999).

a/ La fuente no presenta una definición concreta de este término. No obstante, se asocia con actividades de tala y quema junto con migración de la población rural.

Tabla 4:
Guatemala: Cambios en el uso del suelo, 1979-1999

en 1000 ha	1979	1999	Δ
Superficie agrícola cosechada	1,310	1,490	180
Otras áreas agropecuarias combinadas con bosque abierto ^{b/}	3,766	4,638	872
Superficie de bosque	4,323	3,176	-1,147
Superficie de pastos	1,334	1,400	66
Otros usos	156	185	29

Fuente: Baumeister (2001).

b/ La fuente asocia estas áreas con la expansión de la frontera agrícola y la utilización de barbechos más prolongados.

Respecto a los determinantes socioeconómicos, existen muy pocas investigaciones detalladas que analicen la relevancia empírica de la pobreza, debido principalmente a la escasa disponibilidad de datos. Sin embargo, por medio de un análisis regional para México, Deininger y Minten (1999) muestran que, junto con factores de influencia condicionados por el clima y por la calidad de los suelos, las tasas de pobreza contribuyen significativamente a una mayor deforestación. Deininger y Minten (1996) comprueban estos resultados de forma detallada en el caso de los estados sureños de Oaxaca y Chiapas. Debido a la presencia de características geográficas, culturales y socio-económicas similares, estos análisis resultan altamente relevantes para Guatemala.

La pobreza y la deforestación se pueden asociar entre sí a través de la falta de ocupaciones no agrícolas. La inexistencia de otras alternativas de trabajo crea una restricción que obliga frecuentemente a ejercer actividades con ingresos bajos. Entre estas actividades se encuentra la transformación de áreas forestales en áreas agrícolas, incluso cuando estas no son aptas para este tipo de uso. En el caso de Guatemala, Vakis (2002) encuentra a nivel empírico que existe una fuerte relación entre actividades no agrícolas y pobreza rural. Esto se debe a tres razones. En primer lugar, existe una posibilidad de diversificar las fuentes de ingreso y por lo tanto la vulnerabilidad de los pobres hacia los choques externos está reducida. Segundo, los ingresos no agrícolas incrementan la liquidez de los agricultores, lo cual les permite comprar insumos agrícolas e incrementar la productividad. Tercero, estas actividades son importantes para la población que no tiene acceso a la tierra, ya que se convierte en una alternativa de ingreso.

Pichón (1997) y Godoy et al. (1997) muestran en el contexto latinoamericano que el parámetro decisivo para las actividades de baja deforestación se encuentra en las actividades generadoras de ingreso fuera del sector agrícola. De acuerdo a Kaimowitz y Angelsen (2002),

estos resultados son relevantes en la medida en que, independientemente del punto de partida analítico o empírico, en la literatura parece existir un consenso respecto a estos efectos. Al respecto, López y Valdés (2000) destacan que en varios países latinoamericanos la educación es uno de los determinantes centrales de los ingresos agrícolas y una condición necesaria para participar en las actividades no agrícolas. Basado en la ENCOVI (2000), Vakis (2002) también encuentra que para Guatemala la educación es un factor clave para participar en actividades no agrícolas en el área rural.

Cabe resaltar que en los análisis empíricos las tasas de pobreza basadas en el ingreso o consumo de los hogares son discutibles. Vosti y Reardon (1997) proponen por lo tanto tener en cuenta los activos de los grupos poblacionales afectados, es decir la estructura de la propiedad de la tierra, el acceso al crédito y el capital humano, así como una variedad de factores en el contexto social e institucional. En Guatemala, dada una distribución extremadamente desigual de la tierra, infraestructura rural deficiente y el muy bajo nivel de capital humano, no existe para la población agrícola, mayoritariamente indígena, una alternativa diferente a realizar actividades agrícolas intensivas con baja productividad. Adicionalmente, se generan como estrategias de salida importantes movimientos migratorios hacia las regiones menos pobladas como por ejemplo el Petén. Estas migraciones se originan en las altas tasas de crecimiento poblacional que ascienden a 2.6% anualmente. Surge la duda, de si estas afirmaciones se pueden comprobar empíricamente.

4. Resultados empíricos

Debido al estado de los datos, existen límites para la exploración empírica de los determinantes de la deforestación. Los análisis de regresión que se realizan a continuación a nivel departamental, con excepción de Ciudad de Guatemala, deben por lo tanto leerse bajo esta salvedad. La regresión en la cual se basa el análisis es:

$$\Delta DEF_i = c + \beta_{ij} \cdot X_{ij} + DUMMY_{Petén} + u_i$$

Donde ΔDEF es deforestación per capita, c es una constante, β_{ij} es el vector de coeficientes y X_{ij} representa el vector de la variable explicativa j en la región i . Por su parte u_i es el término de error. Las variables explicativas incluyen el área total de las microfincas, la pobreza rural extrema, el rendimiento de maíz como una variable proxy para la productividad agrícola, el empleo rural no agrícola, la educación y una variable dummy para capturar los efectos específicos de la región del Petén (tabla 5). Una breve descripción de las variables y sus fuentes se puede encontrar en el anexo 1. Dada la limitada disponibilidad de datos, el modelo econométrico resulta relativamente simple y parte del supuesto de una relación lineal entre las variables. Sin embargo, los resultados generales han probado ser robustos.² La utilización de especificaciones logarítmicas o semilogarítmicas no cambiaría significativamente los resultados. Ya que hay evidencia de heterocedasticidad, el test t se corrige utilizando el procedimiento de White.

² En un análisis preliminar sobre los determinantes de la demanda de uso por la tierra basado en la ENCOVI (2000), se pueden confirmar estos resultados a nivel de hogares. En ese estudio se trabaja con una muestra grande donde el empleo agrícola no rural aparece como uno de los factores más significativos teniendo una correlación negativa con el uso de la tierra.

La regresión indica una relación significativa y entre el consumo per cápita de recursos forestales y entre la pobreza rural (columna 1). El signo positivo del coeficiente respecto a la pobreza señala que con una proporción creciente de población rural en condiciones de pobreza extrema, se da un incremento de la deforestación per cápita a nivel departamental. Las cuotas regionales de pobreza fueron tomadas de una investigación realizada por el Banco Mundial (1995b). La pobreza extrema indica que aproximadamente el 72 por ciento de la población rural no está en capacidad de cubrir las que se consideran como necesidades mínimas diarias de calorías.³

Debido a que los problemas de distribución de la tierra en Guatemala juegan un papel importante, en la columna (1) y en las regresiones siguientes, se incorpora el área total de microfincas, es decir, de unidades de producción agrícola hasta 0.7 hectáreas. Aunque la variable indica una relación significativa, no hay una explicación concreta para este resultado. En general, las áreas de producción de este tamaño son insuficientes para la alimentación de una familia. Por lo tanto, se podría aducir el signo negativo a la diferente distribución de los derechos de propiedad a nivel regional. En este sentido, las regiones en las cuales los derechos de propiedad están mejor regulados, registran una menor deforestación. No obstante, se observa una gran deficiencia en la regulación de derechos de propiedad a lo largo del país. Posiblemente la variable indica también que junto con la explotación de pequeñas parcelas se llevan a cabo otras labores paralelamente. Para la población predominantemente indígena resulta de gran importancia tener la posibilidad de cultivar el maíz, planta tradicional, lo cual se sale de una interpretación netamente económica.

³ En una revisión posterior el Banco Mundial (2002) reduce la estimación en aproximadamente 10 puntos porcentuales.

Tabla 5:

Determinantes de la deforestación en Guatemala, 1975-1988

Regresión por MCO	Variable dependiente: Deforestación per cápita (km ²)		
	(1)	(2)	(3)
Constante	-0.687 (-0.35)	0.699 (0.32)	4.191 (1.54)
Area de microfincas (km ²)	-0.058** (-3.84)	-0.043** (-2.75)	-0.058** (-3.38)
Población rural en pobreza extrema (participación)	6.429* (1.94)	5.049 (1.52)	
Empleo rural no agrícola (participación)			-4.586** (-2.64)
Escolaridad promedio (años)			-1.639* (-2.22)
Rendimiento de maíz (qq/mz)		-5.500 (-1.27)	
Dummy Petén	14.472** (19.96)	15.070** (21.03)	13.818** (22.15)
R ² ajustado	0.814	0.814	0.864
Estadístico F	30.11	22.91	32.83
N	21	21	21

Entre paréntesis se encuentran los valores t corregidos de heterocedasticidad.

* significativo al 5%

** significativo al 1%.

Fuente: Cálculos propios.

Adicionalmente a las variables mencionadas, se colocó en la columna (2) la tasa de retorno del maíz. En presencia de muchos factores influyentes, como por ejemplo la calidad del suelo y las condiciones climáticas, no resulta sorprendente la baja significancia. Es por que las escasas y variables relaciones climáticas conllevan a diferentes tasas de retorno entre las regiones. Mientras que en algunas regiones es posible llevar a cabo una sola cosecha por año, en las regiones más abundantes se pueden hacer varias. No obstante, el signo de la regresión *tiende* a indicar la importancia de la aplicación de nuevas y mejores técnicas de producción agrícola con el fin de alcanzar incrementos en la productividad. El signo negativo señala que a mayor retorno del maíz implica menor deforestación per cápita *a lo largo del país*. Sin embargo, en la frontera agrícola no es indispensable la incorporación de estas técnicas ya que su efecto puede ser variado, provocando incluso un aumento de la deforestación (ver sección 5) dependiendo de diversos factores que no se analizan en detalle en este documento.

En la columna (3) se reemplaza finalmente la variable pobreza por la participación de la ocupación rural en el sector no rural, así como por la educación promedio. El signo negativo indica que tanto una mayor educación promedio, como una mayor participación de la ocupación rural en el sector no agrícola, generan una menor deforestación per cápita. Ambas variables afectan levemente el R^2 y concuerdan con el valor total de la variable de pobreza. La ausencia de posibilidades de ocupación no agrícolas, junto con el bajo capital humano rural, pueden verse como causas centrales de la pérdida de recursos forestales en Guatemala dentro del modelo empírico. Así mismo, se confirma un resultado cualitativo para Guatemala obtenido en la investigación de Cabrera (1996a). De igual manera, Godoy y Contreras (2001) concluyen en una investigación sobre indígenas a nivel de hogares en Bolivia que el parámetro más importante para la menor deforestación es el nivel educativo. Posibles causantes pueden ser, junto con

mejores oportunidades de empleo, la mayor valoración de los recursos forestales o mejoras en la productividad. A través de un mayor nivel de capital humano podrían generarse además movimientos migratorios en áreas urbanas, disminuyendo así la presión sobre la utilización de la tierra.

Tabla 6:
Motivos para la migración rural en Guatemala, 1995-2000 ^{a/}

en %	Total	El Petén
Bajos ingresos	4.6	4.5
Falta de empleo en el sector agrícola	18.8	63.6
Falta de empleo en el sector no agrícola	10.3	4.5
Razones familiares	34.5	20.5
Matrimonio	13.8	4.5
Otras causas	18.0	2.3

a/ Cambio de domicilio de la población agrícola de más de veinte años en una finca propia y con actividades agrícolas.

Fuente: Cálculos propios basados en ENCOVI (2000).

La región del Petén tiene debido a su tamaño una posición importante. Por esta razón, se incorporan a través de una variable Dummy efectos regionales específicos en el análisis. Se deben diferenciar dos efectos. (a) Mientras en años anteriores los programas de fomento estatal, y a través de estos la ampliación de la tierra de pastoreo jugaron un papel importante, (b) los estudios de Bilsborrow (1992) así como de Sader et al. (2001) indican por medio de fotos satelitales que actualmente los procesos de colonización de los pequeños agricultores son el principal causante de la deforestación. Estos resultados se confirman en Grunberg et al. (2000) mediante la aplicación de modelos empíricos de pronóstico para conversión de bosques. Resulta interesante que el ingreso agrícola no juega ningún papel significativo en el aumento en la capacidad de pronóstico del modelo. Las razones para la migración

rural en el Petén pueden por lo tanto ser indirectamente asociadas a la conversión de bosques.

En la tabla 6 se enumeran algunos motivos para la migración de la población rural con actividades agrícolas en fincas cultivadas autónomamente. La migración rural se refiere al cambio de domicilio dentro de los límites de un municipio. Para el total del país, estas variables son poco explicativas dentro del contexto de la deforestación. No obstante, dado que el Petén tiene altas tasas de inmigración de otros municipios, es importante analizar estos resultados. Aproximadamente dos tercios de los encuestados en el Petén colocan la falta de empleo en el sector agrícola como la principal causa de la migración. El poco significado del ingreso respecto a formas alternativas de empleo no resulta sorprendente, ya que se asocia al bajo nivel educativo.

En este sentido, se podría realizar una contribución importante a la conservación de la diversidad biológica y a la disminución de la pobreza a través de la construcción de capital humano y del fomento de alternativas de ingreso en actividades no agrícolas, como se explica en secciones anteriores. Con base en la dimensión temporal y de un determinado escepticismo frente a la eficacia de las políticas de desarrollo, se favorecen con frecuencia propuestas alternativas para la protección directa de la biodiversidad. La contribución de las áreas protegidas, tanto públicas como privadas, se discute en la sección siguiente.

5. ¿Cómo contribuyen las áreas protegidas a la conservación de la biodiversidad?

Generalmente se argumenta que a través de las áreas protegidas se puede hacer una contribución significativa a la conservación de la biodiversidad en los países en desarrollo. A través del apoyo de donantes extranjeros, Guatemala le ha dado un papel importante a la creación de parques naturales. Según el Sistema de las Naciones Unidas (2002) existen más de 123 áreas protegidas en el país. La mayoría de estas áreas fueron creadas a principios de los noventa y corresponden aproximadamente al 28.6% del territorio nacional.

Las áreas protegidas son administradas normalmente por el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), entidad pública perteneciente al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En algunos casos las administran instituciones designadas por el Ministerio u Organizaciones No Gubernamentales (ONGs). Uno de los proyectos más significativos que contempla aproximadamente un tercio del área en mención, es la Reserva de la Biósfera Maya en el Petén. Según Cabrera (1996a) la problemática agraria del país se ha agudizado gracias a la masiva ampliación de los parques naturales y del retorno de desplazados por la guerra civil. Por esta razón, no es de sorprender que existan tensiones entre los promotores de las áreas protegidas y la población rural.

Gran parte de las áreas protegidas en Guatemala se ejecutan en forma de planes integrales de protección de la naturaleza. De esta forma se intentan evitar conflictos sociales a través del establecimiento de una zona de amortiguamiento. Igualmente surgen bajo el razonamiento de integración entre protección y utilización fuentes adicionales de ingreso para la población local, que incentivan a la población a abandonar las prácticas nocivas de utilización de la tierra. Ejemplos al respecto son el ecoturismo y la adopción de técnicas de agricultura sostenible. No

obstante, Valenzuela (1996) afirma que, en el caso de Guatemala, la mentalidad de protección de la naturaleza se encuentra generalmente en primer plano.

Si se tiene en cuenta la alta la popularidad de las áreas protegidas, resulta sorprendente que muchos estudios como el realizado por Wells et al. (1992), indican que los proyectos de protección integrada de la naturaleza no han alcanzado en la mayoría de los casos las metas planteadas inicialmente en materia de conservación del medio ambiente y desarrollo. Las investigaciones de Barret y Arcese (1995), Gibson y Marks (1995), Alpert (1996), Southgate (1998), Oates (1999), Wells et al. (1999) así como Rice et al. (2001), muestran que en los países en desarrollo las debilidades institucionales, en conjunto con problemas conceptuales no resueltos, son los responsables del amplio fracaso de las áreas protegidas.

Entre los principales obstáculos conceptuales se encuentran tres factores. En primer lugar, las medidas de desarrollo incentivan la inmigración en las zonas de amortiguamiento, incrementando la presión sobre la utilización de la tierra. En segundo lugar, las mejoras en la productividad agrícola liberan mano de obra a través de la adopción de técnicas de agricultura sostenible, generando así efectos negativos sobre la conversión de bosques. En general, evaluar los efectos de aumentos en la productividad agrícola sobre la deforestación es aún un tema controvertido (Angelsen y Kaimowitz 2001). Finalmente, en el caso del subempleo se cuestiona si a través de la participación en proyectos, como por ejemplo de ecoturismo, se reducen realmente las prácticas intensivas de utilización de tierra.

En este sentido, Brandon (1996) resalta que el ecoturismo en los países en desarrollo tiene tan solo una importancia marginal. El éxito de este concepto requiere de una serie de criterios que frecuentemente

no se cumplen. Especialmente la exclusividad de la belleza natural y la disponibilidad de una infraestructura turística juegan un rol importante. Según Southgate (1998), el supuesto éxito del modelo costarricense es un buen ejemplo de que el ecoturismo no incrementa significativamente las fuentes de ingreso de la población local.

Por el contrario, en el caso de México, Deininger y Minten (1999) concluyen que las áreas protegidas han contribuido significativamente a la disminución de la deforestación. No obstante, el efecto cuantitativo en comparación con los factores socioeconómicos y geográficos es muy bajo. Así mismo, Bruner et al. (2001) concluyen en un estudio comparativo que las áreas protegidas contribuyen a la reducción de la tasa de deforestación. Por su parte, Southgate (1998) critica que en vista de la constelación de intereses por parte de las instituciones dirigentes existe una tendencia a una presentación enaltecida de las áreas protegidas, lo cual dificulta la discusión y evaluación real de las mismas. A esto se suma que la mayor parte de la información proviene de consultores con intereses propios y que usualmente los datos socioeconómicos y cartográficos necesarios para realizar una evaluación no se encuentran disponibles. Para resumir, la discusión sobre la valoración del éxito o fracaso de las áreas protegidas aun está abierta.

En el caso de Guatemala, Godoy (1998) así como Friedrich (2002) señalan importantes deficiencias institucionales y administrativas en las zonas protegidas. Adicionalmente, muchos parques naturales existen solamente en el papel.⁴ Sin embargo, aún ante la existencia de una administración más eficiente, es poco probable que las áreas

⁴ Según el Sistema de las Naciones Unidas (2002), en 1997 solamente el 13% del total de áreas protegidas declaradas contaba con un plan maestro aprobado y en ejecución. Este porcentaje subió significativamente en los últimos años, y actualmente se estima que el 87% de las áreas protegidas cuenta con un plan maestro.

protegidas alcancen sus objetivos, debido a las causas mismas de la deforestación así como a las deficiencias conceptuales mencionadas anteriormente.

Ya que las áreas protegidas son numerosas y heterogéneas, es difícil realizar una ilustración detallada de todas. No obstante, la Reserva de la Biósfera Maya del Petén constituye un caso de particular interés ya que ha sido objeto de diversas investigaciones en los últimos años. Basados en fotos satelitales, Sader et al. (2001) encuentran que la deforestación anual de la Reserva de la Biósfera Maya ha aumentado continuamente en los últimos años (tabla 7). Así mismo, se registran incrementos en casi todas las zonas protegidas así como en las zonas de amortiguamiento.⁵

Tabla 7:
Deforestación anual en la Reserva de la Biósfera Maya,
1986-1997

en %	1986-1990	1990-1993	1993-1995	1995-1997
Total	0.04	0.23	0.33	0.36
Zonas de amortiguamiento	0.74	2.71	3.76	3.28

Fuente: Sader et al. (2001).

Como explicación, Chemonics International et al. (2000) mencionan que la utilización de técnicas alternativas de producción agrícola no conduce a menores actividades de tala. Además, las zonas de amortiguación crean un corredor de servicios para las áreas protegidas, incrementando así la conversión de bosques. De forma

⁵ No obstante, no queda claro el desarrollo de la deforestación para el periodo 1997-1999, dadas algunas restricciones de datos. Aunque la tasa de deforestación es probablemente más baja que en los años anteriores, la destrucción de la Reserva Biósfera Maya podría haber crecido debido a numerosos incendios forestales.

similar, los Defensores de la Naturaleza (2001) afirman que en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas la adopción de técnicas de agricultura sostenible tiende a aumentar la deforestación, lo que difiere del pensamiento convencional. Así mismo, se confirma la inquietud expresada por Valenzuela (1996) según la cual los proyectos de protección que se plantean con buenos propósitos, muchas veces tienen resultados ambivalentes.

Llama la atención que a partir de 1990, es decir a partir del establecimiento de la reserva, hay un importante incremento en la deforestación. Sin embargo, queda en duda si la deforestación hubiese sido mayor en ausencia de las áreas de protección y las zonas de amortiguamiento. Si se tiene en cuenta el cambio en la utilización de la tierra en el Petén en regiones no cobijadas por la protección, se constata que la deforestación resulta mayor que en las áreas protegidas y en las zonas de amortiguación, resultado que también se observa en el Parque Nacional Laguna Lachuá en Alta Verapaz. En la foto satelital se puede observar la frontera del parque nacional con una magnitud de 14.500 ha. Mientras que el parque aún se encuentra casi por completo cubierto por bosque, las zonas aledañas fueron deforestadas casi por completo durante los últimos años. De esta forma, resulta positiva la protección del bosque dentro del parque nacional aunque falta manejo de las zonas de amortiguación.

Por su parte, las reservas naturales privadas brindan ventajas en cuanto a la protección de la biodiversidad. Schulz y Unger (2000) destacan como un buen ejemplo al respecto el Proyecto Ecológico Quetzal que se desarrolla en el Departamento Alta Verapaz. Según Friedrich (2002), las fortalezas se encuentran especialmente en la red de áreas protegidas, el cambio en las formas de explotación, el ecoturismo y la utilización sostenible de los bosques, cada uno a nivel de pequeñas unidades familiares agrícolas. La protección privada de la naturaleza, llevada a cabo por ONGs o entidades privadas, es un

instrumento útil para cumplir con el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Una ventaja importante radica en la posibilidad de controlar los límites del área, lo cual se garantiza especialmente cuando la ONG está domiciliada en el lugar y a través de su presencia puede actuar con mayor facilidad en la región del proyecto. Cabe resaltar que para el establecimiento y conservación de las áreas protegidas, la participación de la población adyacente juega un papel importante. De igual manera, resulta importante la sensibilización de la población infantil escolar respecto a la protección de la naturaleza, a través de la cual se garantizan multiplicadores para el resto de la población en el futuro. También Cabrera (1996b) concluye que una de las prioridades para la conservación de la biodiversidad en Guatemala es la educación ambiental, la cual debería fomentarse en gran escala junto con la ampliación de la concientización respecto al valor de biodiversidad.

Otro ejemplo en cuanto a protección de la naturaleza se encuentra en la ONG Unión para Proteger el Bosque Nuboso (UPROBON). A través de la compra de un área de bosque de niebla intacto y así mismo con el objeto de reforestar en el marco del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en los puntos degradados, se garantiza la protección de los recursos y la consecuente biodiversidad. La meta principal en este programa es la adquisición y tramitación de posibilidades para crear una base de vida con fuentes alternativas de ingreso para la población indígena, sin que sea necesario recurrir a la deforestación. La población indígena aprende las principales funciones del bosque de niebla y se sensibiliza respecto a la utilización sostenible de los recursos. Hasta ahora, las reservas naturales privadas constituyen menos del 1% de la superficie de las áreas protegidas (Sistema de Naciones Unidas en Guatemala 2002). Sin embargo, la protección privada de la naturaleza que es aún escasa en Guatemala, ofrece un amplio potencial.

6. Conclusiones y necesidades futuras de investigación

(1) Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Guatemala se comprometió a fomentar la protección de ecosistemas y áreas naturales, así como a proteger las poblaciones en su entorno natural. Adicionalmente, se debe promover el desarrollo sustentable que contemple el medio ambiente en zonas adyacentes a las áreas protegidas. Aproximadamente una tercera parte de Guatemala se encuentra bajo protección, sin embargo, se pueden reconocer deficiencias graves en la implementación del convenio.

(2) Las reservas naturales privadas podrían ser aptas para la conservación de la biodiversidad. Una ventaja es que ante la existencia de problemas específicos, podrían plantearse soluciones locales. Dentro de este contexto muchos actores consideran que la implementación de sistemas sostenibles de utilización de la tierra es favorable, especialmente si se adaptan a las condiciones locales. En ambos casos, la promoción de capital humano y en especial la inversión en educación ambiental, constituyen una posibilidad de afrontar la pérdida de la biodiversidad.

(3) A nivel de las áreas protegidas manejadas por instituciones gubernamentales u ONGs, resulta poco prometedora una política de conservación de la biodiversidad que no contemple los incentivos que afectan la utilización intensiva de la tierra, especialmente aquellos condicionados por reglas institucionales o por factores relacionado con la pobreza. En vez de concentrarse solamente en el establecimiento de áreas protegidas, con dudosa probabilidad de éxito, es necesario buscar alternativas para la conservación de la diversidad biológica.

(4) Dado que en Guatemala los factores asociados con la pobreza juegan un papel importante, es indispensable fortalecer los activos de los grupos socialmente marginados, en especial los indígenas. Para

mejorar los activos hay varias posibilidades. Sin embargo, medidas como la construcción de infraestructura física, la facilitación de acceso a los sistemas de crédito, las reformas agrarias y de propiedad así como la adopción de técnicas de agricultura sostenible son discutibles, ya que pueden tener resultados ambivalentes, provocando incluso un aumento de la deforestación. El conocimiento preciso de estas relaciones, así como su significado empírico, debería por lo tanto ser de interés para investigaciones futuras.

(5) Guatemala ofrece condiciones óptimas para profundizar la investigación empírica. Existen mapas digitales para los años 1988 (Sagastume 1992) y 1999 del Instituto Nacional de Bosques (INAB 2000), con los cuales se pueden calcular tasas de deforestación como las realizadas por la FAO (2001). Además, la Universidad del Valle de Guatemala está elaborando actualmente, en conjunto con otras instituciones, una documentación sobre la dinámica de la cobertura forestal entre 1991 y 2001. Adicionalmente, existe una completa base cartográfica nacional digitalizada, elaborada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA 2001). Estas informaciones pueden eventualmente ampliarse a través de las encuestas sociodemográficas del Instituto Nacional de Estadística para los años 1989, 1998 y 2000.

(6) Un elemento central de una política de desarrollo orientada a la pobreza radica en mejorar la educación de la población rural, ya que a través de esto se amplía la posibilidad de entrar en el mercado laboral del sector agrícola no rural. Al mejorar las opciones de ingreso, disminuye el incentivo para realizar labores intensivas en recursos así como en utilización de la tierra que se asocian generalmente con una baja productividad. Al contrario de las posibilidades ya mencionadas para mejorar los activos de los pobres, se encontró a nivel empírico que existe una relación inequívoca e importante para Guatemala respecto al fomento de capital humano. Además, la educación juega

un papel importante en la disminución del crecimiento poblacional, así como posiblemente en el mejor conocimiento y en la apreciación de los recursos naturales.

(7) Bajo las condiciones actuales, en Guatemala no parece existir un conflicto de metas entre la conservación de la biodiversidad y el crecimiento económico. Por el contrario, el crecimiento económico surge como una condición necesaria para la transformación del sector agrícola, así como para disponer de otras alternativas de empleo. El fomento de capital humano es una posibilidad para cambiar el curso del crecimiento económico del país, basado en el uso de recursos naturales y que, según el Banco Mundial (2002), hasta hoy no ha sido muy exitoso en la reducción de la pobreza. Así mismo, Loening (2002) muestra empíricamente que la formación de capital humano es indispensable para aumentar a largo plazo la tasa de crecimiento económico.

7. Bibliografía

- Alpert, P. (1996). Integrated conservation and development projects, in: *BioScience*, Vol. 46, pp. 845-855.
- Angelsen, A.; Kaimowitz, D. (eds.) (2001). *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Bogor: Center for International Forestry Research.
- Banco Mundial (1995a). *Guatemala: Tenencia Agraria y Manejo de los Recursos Naturales*. Reporte No. 14553-GU. Washington D.C., mimeo.
- Banco Mundial (1995b). *Guatemala: An Assessment of Poverty*. Report No. 12313-GU. Washington D.C.
- Banco Mundial (1996). *Guatemala Basic Education Strategy: Equity and Efficiency in Education*. Report No. 13304-GU. Washington D.C.
- Banco Mundial (2002). *Guatemala Poverty Assessment (draft report)*. Report No. 24221-GU. Washington D.C.
- Barret, C.; Arcese, P. (1995). Are integrated conservation-development projects sustainable? On the conservation of large mammals in sub-Saharan Africa, in: *World Development*, Vol. 23, pp. 1073-1084.
- Baumeister, E. (2001). *Formas de acceso a la tierra y al agua en Guatemala*, in: *Cuadernos del Desarrollo Humano 4*. Guatemala: Sistema de las Naciones Unidas.
- Bilsborrow, R. (1992). *Rural Poverty, Migration, and the Environment in Developing Countries: Three Case Studies*, in: *World Bank Policy Research Paper 1017*.
- Brandon, K. (1996). *Ecotourism and Conservation: A Review of Key Issues*, in: *World Bank Environment Department Paper 33*.
- Cabrera, C. (1996a). *Síntesis histórica de la deforestación en Guatemala*. Guatemala: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, mimeo.
- Cabrera, E. F. (1996b). *Diagnostico sobre la gestión de los recursos de biodiversidad y la aplicación de la Agenda 21 en Guatemala: Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales*, mimeo.
- CCAD (1998). *Estado del ambiente y los recursos naturales en Centroamérica 1998*. San José, Costa Rica.

- CENSO (1981). Censos Nacionales. IV Habitación y IX Población. Características Generales. Guatemala: Dirección General de Estadística (publicado 1984).
- CENSO (1994). X Censo Nacional de Población y IX de Habitación. Características Generales de Población y Habitación. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística (publicado 1996).
- Chemonics International BIFOR Consortium; International Resources Group (2000). Guatemala: Assessment and Analysis of Progress Toward SO5 Goals in the Maya Biosphere Reserve. Guatemala: Consultant Report to USAID.
- CONAMA et al. (Comisión Nacional de Medio Ambiente) (1999). Las áreas silvestres de Guatemala, ¿Tienen amenazas? Guatemala: mimeo.
- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) (1997). El estado de la Reserva de la Biósfera Maya en 1996. Guatemala: CONAP/AID/Fondo Peregrino, mimeo.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992). <http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-es.pdf>, diciembre 2002.
- De La Cruz, J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y Instituto Nacional Forestal. Guatemala: mimeo.
- Defensores de la Naturaleza (2001). Impacto de la Agricultura Sostenible sobre la Conservación de la Biodiversidad, Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala. Washington, D.C.: Biodiversity Support Program.
- Deininger, K.; Minten, B. (1996). Determinants of Forest Cover and the Economics of Protection: An Application to Mexico. World Bank Research Project on Social and Environmental Consequences of Growth-Oriented Policies, Working Paper 10.
- Deininger, K.; Minten, B. (1999). Poverty, policies, and deforestation: The case of Mexico, in: Economic Development and Cultural Change, Vol. 47, No. 2, pp. 313-344.
- Dinerstein, E.; Olson, D. M.; Graham, D. J. et al. (1995). A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington, D.C.: World Bank.
- Dix, A. (1999). Balance de los recursos naturales. In: Torres-Rivas, E.; Fuentes, J. A. (eds.): Guatemala: las particularidades del desarrollo humano. Volumen II: Sociedad, medio ambiente y economía. Guatemala: Sistema de Naciones Unidas, pp. 311-356.

- ENCOVI (2000). Encuesta Nacional Sobre Condiciones de Vida. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística (publicado 2002).
- Escobar, J.; Rodríguez, C. (1989): Situación de los recursos forestales de Guatemala. El primer congreso Forestal Nacional, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Guatemala: mimeo.
- FAO (1999) (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Annotated Bibliography Forest Cover Change Guatemala. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 13. Roma.
- FAO (2001). State of the World's Forests. Roma.
- Friedrich, S. (2002). Schutz der biologischen Vielfalt durch Schutzgebiete in Guatemala? Akzeptanzprobleme und Lösungsansätze an drei Beispielen, in: Bundesamt für Naturschutz (ed.) (2002): Treffpunkt Biologische Vielfalt II. Bonn, pp. 245-252.
- Gibson, C.; Marks, S. (1995). Transforming rural hunters into conservationists: an assessment of community-based wildlife management programs in Africa, in: World Development, Vol. 23, pp. 941-957.
- Godoy, J. (1998). Matrices de Proyectos en Ejecución y un Perfil Conceptual. Capítulo 4: Diagnóstico Resumido del SIGAP. Guatemala: Informe para USAID, pp. 25-27, mimeo.
- Godoy, R. et al. (1997). Household Determinants of Deforestation by Amerindians in Honduras, in: World Development, Vol. 25, pp. 977-987.
- Godoy, R.; Contreras, M. (2001). A Comparative Study of Education and Tropical Deforestation among Lowland Bolivian Amerindians: Forest Values, Environmental Externality, and School Subsidies, in: Economic Development and Cultural Change, Vol. 49, No. 3, pp. 555-574.
- Grunberg, W.; Guertin, D.; Shaw, W. (2000). Modeling Deforestation Risk for the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. Paper presented at the Twentieth Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, mimeo.
- Holdridge, C. (1967): Life Zone Ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center Publications.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques) (2000). Informe Final. Fase I: Mapa de Cobertura Forestal para 1999. Guatemala: mimeo.

- INAFOR (Instituto Nacional Forestal) (1982). Memoria de labores 1982. Guatemala: mimeo.
- Kaimowitz D.; Angelsen, A. (2002). Economic Models of Tropical Deforestation: A Review. Bogor: Center for International Forestry Research, third draft, mimeo.
- Kaimowitz, D. (1995): Land Tenure, Land Markets, and Natural Resource Management in the Petén and Northern Transversal of Guatemala. Bogor: Center for International Policy Research, mimeo.
- Kaimowitz, D. (1996). Livestock and Deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective. Bogor: Center for International Policy Research, mimeo.
- Katz, E. (2000). Social Capital and Natural Capital: A Comparative Analysis of Land Tenure and Natural Resource Management in Guatemala, in: Land Economics, Vol. 76, No. 1, pp. 114-132.
- Leonard, H. (1987). Natural resources and economic development in Guatemala. New Brunswick: International Institute for Environment and Development.
- Loening, L. (2002). The Impact of Education on Economic Growth in Guatemala: A Time-Series Analysis Applying an Error-Correction Methodology, Discussion Paper 87, Ibero-America Institute for Economic Research, University of Goettingen.
- López, P. (1998): Potencial de carbono y absorción de dióxido de carbono de la biomasa en pie por encima del suelo en los bosques de la República de Guatemala. Informe de consultoría. Guatemala: mimeo.
- López, R.; Valdés, A. (eds.) (2000). Rural poverty in Latin America. New York: St. Martins Press.
- Lugo, A.; Parrotta, J.; Brown, S. (1993). Loss in Species Caused by Tropical Deforestation and Their Recovery Through Management, in: Ambio, Vol. 22, No. 2-3, pp. 106-109.
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación) (2001): Mapas digitales a escala 1:250.000 elaborados por el Sistema de Información Geográfica (SIG-MAGA). CD-ROM. Guatemala.
- Markussen, M. (2002): Pedoökologische Folgen des mennonitischen Landnutzungssystems im Oriente Boliviens (Departamento Santa Cruz). Stuttgart: ibidem.

- Markussen, M. (2003). GIS-gestützte Bewertung des
Landnutzungspotenzials zur Schutzgebietsausweisung in
Bergnebelwäldern Guatemalas, in: Bundesamt für Naturschutz (ed.)
(in press): Treffpunkt Biologische Vielfalt III, Bonn.
- Markussen, M.; Renner, S. C. (2002). Landschaftsveränderungen und
avifaunistische Diversität in einem guatemalteckischen
Bergnebelwald in Alta Verapaz. Verhandlungen der Gesellschaft für
Ökologie, Band 32. Changing Landscapes, Changing Ecology, p.
302.
- McArthur, R. H.; Wilson, E. O. (1967). The Theory of Island
Biogeography. Monographs in Population Biology 1. Princeton:
Princeton University Press.
- Merlet, M.; Farrell, G.; Laurent, J.-M. et al. (1992): Identificación de un
programa regional de desarrollo sostenible en el trópico húmedo.
Informe de consultoría. Paris: Groupe de Recherche et d'Echanges
Technologiques, mimeo.
- Mittak, W. L. (1977). Guatemala. Estudios para la reforestación nacional.
Fortalecimiento al sector forestal. Documento de Trabajo 25.
Guatemala: PNUD/FAO, mimeo.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G. et al. (2000).
Biodiversity hotspots for conservation priorities, in: Nature, Vol.
403, pp. 853-858.
- Nations, J. D.; Houseal, B.; Ponciano, I. et al. (1989). Biodiversidad en
Guatemala: Evaluación de la diversidad biológica y los bosques
tropicales. Washington D.C.
- Nations, J.; Komer, D. (1983). Rainforests and the Hamburger Society,
in: Environment, Vol. 25, No. 3, pp. 12-20.
- Oates, J. (1999). Myth and Reality in the Rain Forest: How Conservation
Strategies Are Failing in West Africa. Berkeley: University of
California Press.
- Organization of American States (OAS) (1991). República de Guatemala:
Proyecto de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales
Renovables de la Cuenca del Río Chixoy. Washington D.C.
- PAFG (Plan de Acción Forestal) (1991). Plan de Acción Forestal de
Guatemala. Documento base y perfiles de proyectos. Guatemala:
PAFG/AID, mimeo.

- Pichón, F. (1997). Colonist Land-Allocation Decisions, Land Use, and Deforestation in the Ecuadorian Amazon Frontier, in: *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 44, No. 4, pp. 707-744.
- Rice, R. et al. (2001). *Sustainable Forest Management: A Review of Conventional Wisdom*. Washington D.C.: Center for Applied Biodiversity Studies.
- Sader, S.; Hayes, D.; Coan, M. et al. (2001). Forest monitoring of a remote biosphere reserve, in: *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, No. 10, pp. 1937-1950.
- Sagastume, R. (1992). Informe Mapa de la Cubierta Forestal de la República de Guatemala. Guatemala: Plan de Acción Forestal, mimeo.
- Schulz, U.; Unger, D. (2000). Integration von Landnutzung und Regenwaldschutz – eine Fallstudie aus Guatemala. In: *Landnutzungsplanung und Naturschutz*. Berlin: Wissenschaft und Technik-Verlag. pp. 94-105.
- SEGEPLAN (Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica) (1984). Recopilación de Información Comparativa de los Censos Agropecuarios 1950, 1964 y 1979 y Series de Superficie, Producción y Disponibilidad por Rubros Agrícolas, 1950-1982. Guatemala: mimeo.
- SEGEPLAN; PNUD (1993) (Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo). *Dimensión, Entorno y Consecuencias de la Pobreza*. Guatemala: mimeo.
- Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala (1998). Informe Nacional de Desarrollo Humano 1998. Guatemala: Los Contrastes del Desarrollo Humano. Guatemala.
- Sistema de Naciones Unidas en Guatemala (2002). Informe Nacional de Desarrollo Humano 2002. Guatemala: Desarrollo Humano, Mujeres y Salud. Guatemala.
- Southgate, D. (1998). *Tropical Forest Conservation. An Economic Assessment of the Alternatives in Latin America*. New York: Oxford University Press.
- Southgate, D.; Basterrechea, M. (1993). Population Growth, Public Policy and Resource Degradation: The Case of Guatemala, in: *Ambio*, Vol. 21, No. 7, pp. 460-464.

- Utting, P. (1992). *Trees, People and Power. Social Dimensions of Deforestation and Forest Protection in Central America*. Geneva: United Nations Research Institute for Social Development y World Wildlife Fund.
- Vakis, R. (2002). *Guatemala: Livelihoods, Labor Markets, and Rural Poverty*. Guatemala Poverty Assessment Program, World Bank Technical Paper 1, Washington D.C.: mimeo.
- Valenzuela de Pisano, I. (1996). *Agricultura y Bosque en Guatemala. Estudio de caso en Petén y Sierra de las Minas*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar et al.
- Villar Anleu, L. (1998a). *La flora silvestre de Guatemala*. Editorial Universitaria, Colección Manuales No. 6. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Villar Anleu, L. (1998b). *La fauna silvestre de Guatemala*. Editorial Universitaria, Colección Manuales No. 7. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Vosti, S.; Reardon, T. (1997). *Poverty-Environment Links in Rural Areas of Developing Countries*, in: Vosti, S.; Reardon, T. (eds.): *Sustainability, Growth, and Poverty Alleviation. A Policy and Agroecological Perspective*. Baltimore: John Hopkins University Press, pp. 47-65.
- Wells, M.; Brandon, K.; Hannah, L. (1992). *People and Parks. Linking Protected Area Management with Local Communities*. Washington, D.C.: World Bank et al.
- Wells, M.; Guggenheim, S.; Khan, A. et al. (1999). *Investing in Biodiversity: A Review of Indonesia's Integrated Conservation and Development Projects*. Washington, D.C.: World Bank.
- Wilkie, J. W. (ed.) (1993). *Statistical Abstract of Latin America*. Los Angeles: UCLA Latin American Center Publications, Vol. 30, Parts 1 and 2.
- WRI (World Resources Institute) (1996). *World resources 1996-97. A guide to the global environment*. New York: Oxford University Press.

Anexo 1: Datos

Tabla 8:
Fuentes de datos para el modelo de regresión

Variable	Fuente	Anotación
Cobertura forestal en 1975/6	Mittak (1977)	El estudio no contiene una descripción de la metodología utilizada.
Cobertura forestal en 1987/8	Sagastume (1992)	El consultor sugirió que los mapas llevan el título preliminares dado que había problemas con nubes y que nunca se efectuó una gira de campo.
Cobertura forestal en 1998/9	INAB (2000)	Bien que la FAO (2001) utilizó los mapas de INAB (2000) y de Sagastume (1992) para elaborar la tasa de deforestación al nivel nacional, los datos al nivel regional no son fácilmente comparables, impidiendo así un análisis estadístico.
Población	CENSO (1981)	El Censo de 1981 se efectuó durante el conflicto armado interno. Sin embargo, los resultados han sido considerados robustos utilizando datos de otros años.
Área de microfincas	SEGEPLAN (1984)	Basado en Censo Agropecuario de 1979.
Población rural en pobreza extrema	World Bank (1995b)	Basado en la Encuesta Nacional Socio-Demográfica de 1989. Posible sobreestimación de las cifras.
Población rural (≥ 15 años) en actividades no agrícolas	CENSO (1994)	Ha sido considerada la mejor fuente de información a pesar del año.
Rendimiento maíz	SEGEPLAN; PNUD (1993)	En base a la Encuesta Agrícola de Granos.
Promedio de escolaridad	World Bank (1996)	Basado en la Encuesta Nacional Socio-Demográfica de 1989.

Tabla 9:
Datos regionales para el modelo de regresión

Departamento	Cobertura forestal	Cobertura forestal	Población total	Superficie de microfincas	Pobl. rural en pobreza extrema	Pobl. rural en activid. no agrícolas	Rendimiento maíz	Promedio de escolaridad
	1976-77 km ²	1987-88 km ²	1981 x1000	1979 km ²	1989 participación	1994 participación	1986-87 qq/mz	1989 años
El Progreso	560	262	81.19	4.2	0.510	0.271	0.048	3.2
Sacatepéquez	147	100	121.13	19.6	0.369	0.376	0.123	3.6
Chimaltenango	680	552	230.06	47.6	0.757	0.125	0.186	2.8
Escuintla	306	181	334.67	18.9	0.604	0.275	0.265	2.7
Santa Rosa	510	210	194.17	18.9	0.651	0.188	0.197	3.1
Sololá	211	158	154.25	40.6	0.791	0.199	0.160	2.0
Totonicapán	368	322	204.42	70.0	0.806	0.590	0.226	1.5
Quetzaltenango	420	327	366.95	71.4	0.671	0.252	0.431	3.4
Suchitepéquez	262	142	237.55	26.6	0.642	0.195	0.229	2.6
Retalhuleu	200	12	150.92	23.8	0.557	0.184	0.284	2.8
San Marcos	806	515	472.33	84.7	0.819	0.085	0.227	1.9
Huehuetenango	2030	1919	431.34	79.1	0.947	0.074	0.164	1.8
El Quiché	3370	3267	328.18	74.2	0.878	0.175	0.124	1.1
Baja Verapaz	1310	972	115.60	9.8	0.941	0.131	0.135	2.3
Alta Verapaz	4218	1943	322.01	37.1	0.907	0.092	0.120	1.0
El Petén	21760	19385	131.93	2.8	0.681	0.037	0.197	2.6
Izabal	2993	2253	194.62	7.7	0.399	0.102	0.124	2.9
Zacapa	770	461	168.86	5.6	0.670	0.172	0.043	3.3
Chiquimula	971	208	115.71	14.0	0.902	0.079	0.040	1.7
Jalapa	945	197	136.09	9.1	0.748	0.075	0.034	2.3
Jutiapa	370	55	251.07	13.3	0.725	0.161	0.059	2.6

Anexo 2: Fotos

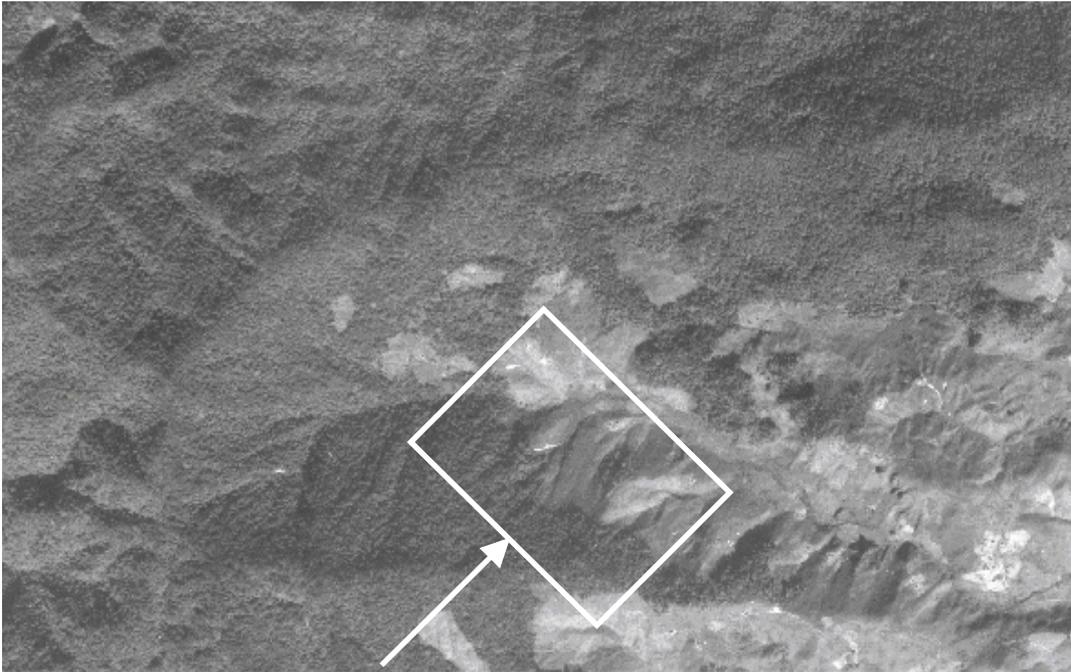


Foto 1: Comunidad Chelemhá (municipio Tukurú, departamento Alta Verapaz), 1964. La colonización ya está en plena actividad y la fragmentación del hábitat apenas empieza (Fuente: Instituto Geográfico Nacional Guatemala, VV Hurd M-6 AMS1-23-64 AID2 1022).



Foto 2: La misma comunidad Chelemhá con parcelas de milpa y formas de erosión en 1998. Se observan bosques solamente en la parte superior de las colinas. El borde del bosque está a la altura de 1900 m.



Foto 3: Al fin de la estación seca, los campesinos usualmente queman las parcelas para el cultivo nuevo (Chelemhá en 2001).



Foto 4: Desmonte tradicional por incendio para preparar la milpa (Chelemhá en 2001). Fuente de las fotos 2, 3 y 4: autores.