

Dinámica forestal

en seis bosques comunitarios comparada
con la dinámica forestal observada en los
respectivos municipios

Rolando Montenegro
Edwin Castellanos

Resumen

Este artículo nació con la interrogante del papel que tienen las comunidades rurales en el manejo del recurso forestal y su relación con uno de los fenómenos ambientales más relevantes para Guatemala, como es cambio del uso del suelo y la pérdida de bosque. Se estima que la tasa de deforestación anual para el país es del 1.43%; se compara este dato con la tasa de deforestación de Brasil en relación a su área total de bosque, indica que Guatemala pierde 3.8 veces más rápido su bosque que ese país sudamericano. Además, hay datos para Guatemala de municipios con tasas mayores de 3.5% de deforestación, lo que demuestra la presencia de regiones con alta presión sobre este recurso.

Como parte del proyecto "Institucionalidad Local para el Manejo de Bosques y Agua en Comunidades Indígenas", se completaron seis sitios de estudio que abarcaron una variedad de regiones biogeográficas y de grupos étnicos con sus normas para el manejo del bosque y del recurso

Abstract

This article started with the question of the role of the communities in the management of forest resources, and its relationship with one of the most important environmental problems for Guatemala: the change in land-use and the loss of forest cover. It is estimated that the annual rate of deforestation for the country is 1.43%; if one compares this figure with the deforestation rate for Brazil, it shows that Guatemala loses 3.8 times more forest than that South American country. Besides, there are data for Guatemala at the municipal level showing deforestation rates higher than 3.5%, indicating regions with high pressure on the forest resources.

As part of the project "Local Institutions for Forest and Water Management in Indigenous Communities" six study sites were completed covering a variety of biogeographic regions and ethnic groups with their local rules for forest management and water resources in Guatemala. A study was completed of the dynamics of forest cover for those sites using methods similar to

hídrico de Guatemala. En estos sitios se realizó un estudio de la dinámica de cobertura forestal usando métodos similares a los aplicados a evaluaciones previas a nivel nacional, utilizando dos tipos de sensores remotos (LANDSAT TM para el año 1996 y ASTER para el año 2006), así como fotografías aéreas multiespectrales de alta resolución usadas para determinar la exactitud de la clasificación de las imágenes satelitales. Se encontró de manera general que los cambios de deforestación en áreas con manejo comunitario ocurren a niveles menores que en otras áreas del país; el éxito de este manejo comunitario depende de la organización establecida y de una reglamentación clara que pueda ser aplicada adecuadamente.

those applied in previous assessments at the national level, using two types of remote sensors (LANDSAT TM for the year 1996 and ASTER for the year 2006), together with high-resolution, multispectral aerial photographs used to determine the accuracy of the classification of satellite imagery. It was found that the deforestation in areas with communal management happened at lower rates than other areas in the country; the success of this communal management depends on the level of organization established and on the adequate application of clear rules by the communities.

Introducción

El primer esfuerzo por tener un mapa forestal del territorio nacional se llevó a cabo en el año de 1988 por iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, FAO, por medio de la oficina del Plan Forestal de Guatemala, PAFG, utilizando la clasificación visual de imágenes LANDSAT-TM que incluía diferentes tipos de cobertura boscosa. Luego, el Instituto Nacional de Bosques en el año de 1999 determinó no solamente bosque sino lo que llamó asociaciones (fragmentos de bosque con otros usos del suelo) y casi simultáneamente el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación generó un Mapa del Uso de la Tierra. (1).

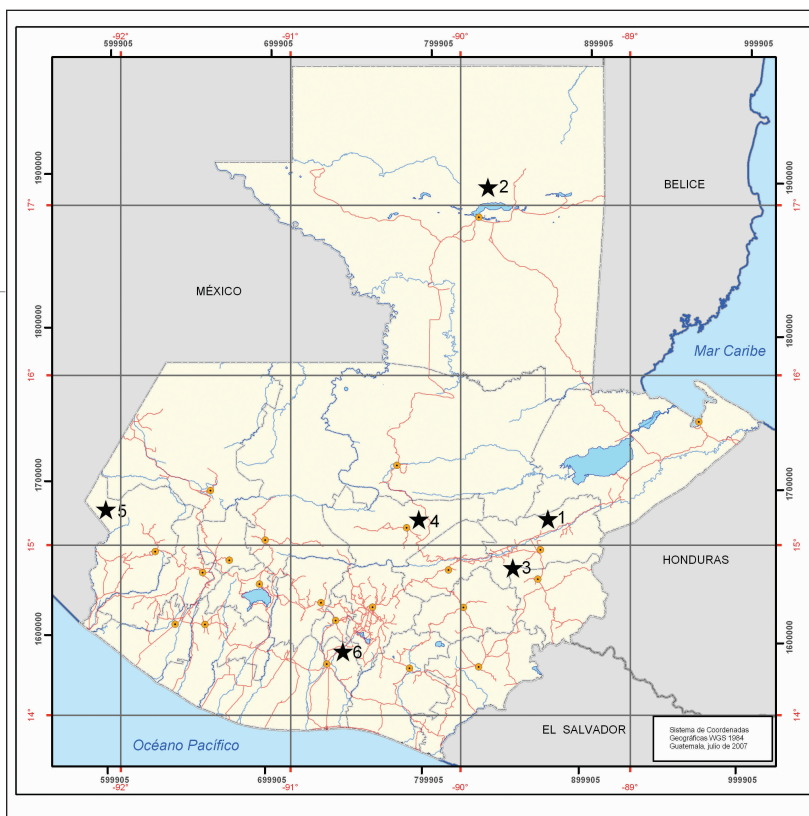
En el año 2001 se firmó un acuerdo entre la Universidad del Valle de Guatemala, UVG; El Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP; y el Instituto Nacional de Bosques, INAB; para desarrollar el proyecto denominado “Dinámica de la cobertura Forestal de Guatemala durante los años 1991-1996 y 2001 y Mapa de Cobertura Forestal 2001.” En ese proyecto se reporta que durante la evaluación comprendida en dicho periodo de tiempo se tuvo una pérdida neta de 563,176 Ha de bosque equivalente a una tasa anual de deforestación de 73,148 Ha, que corresponde a un cambio global en su cobertura de -11%. Vista de otra manera, esta cifra indica que diariamente la deforestación avanza en un área equivalente a 280 canchas de fútbol de medidas oficiales (105m. x 68m.) (1). Si comparamos esta tasa de deforestación con la de México que es de 700,000 Ha y Brasil con 1,500,000 Ha,

en relación a sus extensiones territoriales, nos enseña que en nuestro país se pierde 3.8 veces más bosque que Brasil y 1.9 veces más que México (1). Esto demuestra que deforestación y el cambio de uso del suelo son fenómenos especialmente relevantes para Guatemala donde se estima que alrededor aún el 41% de la superficie del país esta cubierta por bosques (1); además, se han registrado tasas de pérdida de cobertura forestal de más de 3.5% anual en algunos municipios del país entre 1991/93-2001. Comparados estos datos con la tasa oficial de deforestación del país que es del 1.43% (1), muestra que existen municipios con más presión sobre el recurso forestal, mientras que hay otros municipios donde la presión es menor que el promedio nacional. Esto hace que se indague acerca del comportamiento del bosque que se encuentra bajo manejo comunitario, ya que existen evidencias de que el manejo forestal comunitario puede proteger los bosques y la biodiversidad de manera similar a las áreas protegidas (2) y estas comunidades pueden convertirse en las aliadas más sólidas para la conservación y manejo de los recursos forestales (3). Esto es principalmente resultado de la dependencia de los productos que el bosque les proporciona a las comunidades para cubrir sus necesidades, incluyendo aspectos culturales y espirituales. Esto hace que se hayan generado normas o condiciones internas explícitas o implícitas (3) para el manejo de los recursos naturales, principalmente derivado de derechos que de manera general permiten que todo miembro de la comunidad tenga autorización a los recursos siempre y cuando haya cumplido con sus obligaciones o tenga como beneficiarios colectivamente a miembros de la comunidad (3). Por el contrario, si prevalece una visión donde todos los pobladores tienen el derecho de hacer uso del bosque y el agua sin tener reglas claras (3), aumenta considerablemente la ocurrencia de pérdida de la diversidad biológica debido a que este acceso abierto resulta en la llamada “tragedia de los comunes” (3) que puede resultar en un agotamiento de los recursos que derive en problemas de subsistencia para las comunidades que dependen de estos recursos (3,4,5).

Como parte del proyecto “Institucionalidad Local para el Manejo de Bosques y Agua en Comunidades Indígenas” se completaron seis sitios de estudio que abarcaron una variedad de regiones biogeográficas y de grupos étnicos con sus normas para el manejo del bosque y del recurso hídrico de Guatemala. Los bosques comunitarios estudiados, su ubicación municipal y organización al acceso del recurso forestal fueron los siguientes: a) Bosque de Morán en el municipio de Río Hondo, Zacapa, bajo nivel de organización comunitaria y carencia de comité forestal (3), b) Bosque Reserva Ecológica Bio Itzá en el municipio de San José, Petén, el cual cuenta con organización comunitaria del grupo Maya Itzá (3), c) Bosque El Gigante en Chiquimula, Chiquimula, que cuenta con la Asociación de Comités de Desarrollo Agropecuario de Chiquimula (ACODAPCHI) (3), d) Bosque Pacalaj en el municipio de Salamá, Baja Verapaz manejado por la Asociación Pacalaj (APACALAJ) (3), e) Bosque de Cunlaj-Chemealon en el municipio de Tacaná, San Marcos, carente de comité pero donde hay normas establecidas por legitimidad de vecinos que dan derechos

al uso del bosque con acciones reparadoras a este (3), y f) Bosque El Chilar en Palín, Escuintla, en donde existe la Asociación de la Comunidad Indígena de Palín (CIP) (3). La ubicación de los mismos se detalla en la Gráfica 1.

Gráfica 1.
Ubicación de los sitios de estudio



Se estimó el uso de la tierra para el año 2006, utilizando principalmente la clasificación de imágenes del sensor ASTER para cinco sitios y LANDSAT ETM+ para el sitio en Petén, haciendo uso de fotografías aéreas multiespectrales de 0.5 m de resolución espacial tomadas en 2006 para revisar la calidad de la clasificación. La dinámica forestal se estimó posteriormente de haber completado el mapa de cobertura 2006, utilizando imágenes del Sensor LANDSAT-TM del año 1996, evaluando una diferencia generalmente de 10 años por sitio.

Para comparar la tasa de deforestación de cada bosque comunitario (1996-2006), respecto a la tasa de deforestación municipal (1991/1993-2001) se hizo uso de los datos generados por el proyecto Dinámica de la Cobertura Forestal 1991-2001 (1).

Materiales y métodos

Para el análisis de este proyecto se seleccionaron las imágenes de acuerdo a las fechas descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Escenas y sensor utilizados

Sitio estudiado	Sensor Landstat TM	Sensor ASTER/*LANDSAT ETM+	Años de diferencia
	Año 1996	Año 2006	
Morán	17/03/1996	12/03/2006	9.99
Bio Itzá	12/04/1997	*25/03/2005	7.96
El Gigante	17/03/1996	10/04/2006	10.07
Pacalaj	21/02/1996	21/03/06	10.08
Cunlaj	17/03/1996	10/04/2006	10.07
El Chilar	21/02/1996	28/02/006	10.3

• Fuentes de información empleadas

Las siguientes: a) mapas cartográficos IGN escala 1:50,000, b) hojas cartográficas digitalizadas y referenciadas (IGN), c) imágenes de satélite LANDSTAT-TM y ETM e imágenes ASTER, y d) ortofotos Aéreas escala 1:10,000, de 0.5 m de resolución (IGN, MAGA, RIC y RGP al consorcio PASCO-FINNMAP) años 2005-2006.

• Selección de imágenes

Como sensor primario para el análisis de fechas recientes fue ASTER, y el alternativo fue LANDSAT ETM+ en donde se encontró problemas de selección por presencia de nubes en las imágenes ASTER. La selección de escenas se hizo con el explorador de búsqueda de la USGS GLOVIS.¹

Para el análisis de fechas pasadas se utilizó el sensor LANDSAT TM, las cuales ya se encontraban dentro el laboratorio SIG de la Universidad del Valle de Guatemala. Como material de referencia y de apoyo para la revisión de calidad de clasificación, se utilizaron las fotografías aéreas multiespectrales de 0.5 m de resolución.

¹www.usgs.glovis.gov.

La selección de datos de los sensores ASTER y LANDSAT ETM+, se hizo de acuerdo a los siguientes criterios: a) Datos colectados durante la estación seca de 2006 y 2005 (enero-abril) para garantizar consistencia fenológica y b) ausencia de nubes y otros artefactos atmosféricos como humo, bruma, etc.

• Procesamiento digital de imágenes

Adquiridos los datos de los sensores remotos, se llevaron a cabo los siguientes pasos para obtener el producto digital primario: a) tratamiento preliminar de corrección radio métrica para las imágenes LANDSAT TM de 1996 y ETM+ del 2005, convirtiendo todos los datos adquiridos a reflectancia. Para las imágenes del Sensor ASTER se omitió hacer este paso ya que se adquirieron con esta corrección ya completa. Con las imágenes ASTER se hizo una igualación de bandas para imitar las bandas de las imágenes LANDSAT en las bandas del verde (2), rojo(3), infrarrojo cercano (4), e infrarrojo corto (6 y 8) y hacer más fácil la comparación entre imágenes (7), b) georreferenciación para las imágenes 2005-2006 usando como referencia las imágenes referenciadas de los años 1991, 1996, 2001. Estas habían sido procesadas en investigaciones previas por medio de una transformación geométrica polinomial de primer orden, usando como base los mapas topográficos 1:50,000 digitales y referenciados por el IGN. El uso de estos datos como referencia garantizó la sobre posición apropiada entre datos de fechas diferentes, el cual es un requisito indispensable para el proceso de comparación (8), c) corte de áreas útiles de imágenes, el cual se utilizó para obtener el área específica de trabajo, d) clasificación no supervisada con el algoritmo ISODATA del software ERDAS-Imagine para las imágenes del año 1996, 2005 y 2006, de las áreas útiles con un mínimo de 50 clases iniciales a ser reclasificadas a las clases meta, de bosque, agua y no bosque, e) reclasificación de datos de los ISODATA usando interpretación visual de datos primarios y datos de sensores remotos de apoyo hasta producir un borrador inicial, generando las clases de: bosque, vegetación secundaria, no bosque, suelo expuesto/urbano-agua/nubes, f) edición manual de borrador inicial hasta producir una capa final con las clases meta, g) aplicación de filtros de eliminación de cúmulos de píxeles menores al umbral de unidad mínima posible de trazar en el mapa por medio del filtro del vecino más próximo (6,7,8), h) generación de puntos de verificación de “campo” al azar sobre las imágenes clasificadas para verificar el tipo de cobertura en el terreno usando fotografías aéreas 2006-2005, y algunas visitas de campo en áreas donde existían incongruencias. Adicionalmente, se contó con información detallada de campo de parcelas forestales que fueron levantadas en cada uno de los seis sitios de estudio (7).

• Generación de la dinámica de la cobertura forestal y tasas de cambio

El cambio anual de superficie boscosa fue calculado de la siguiente manera:

$$\text{Cambio anual del bosque local (L)} = \text{Cambio total local (L)} / \text{Tiempo (1996-2006)}$$

$$\text{Cambio total local (L)} = \text{Pérdida de cobertura (06-96 L)} - \text{Ganancia de cobertura (06-96 L)}$$

Las tasas de deforestación se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de deforestación anual municipal (M)} = 100 * \text{Cambio anual (M)} / \text{bosque (1991/93)}$$

$$\text{Tasa de deforestación anual del bosque local (L)} = 100 * \text{Cambio anual (L)} / \text{bosque (1996)}$$

Resultados

El Cuadro 2 muestra los datos de dinámica forestal a nivel municipal y a nivel de los bosques siguientes: a) Bosque de Morán en el municipio de Río Hondo, Zacapa, b) Bosque Reserva Ecológica Bio Itzá en el municipio de San José, Petén; c) Bosque El Gigante en Chiquimula; d) Bosque Pacalaj en el municipio de Salamá, Baja verapaz; e) Bosque de Cunlaj-Chemealon en el municipio de Tacaná, San Marcos y f) Bosque El Chilar en Palín, Escuintla.

Cuadro 2

Tasas de cambio a nivel municipal y por sitio de estudio

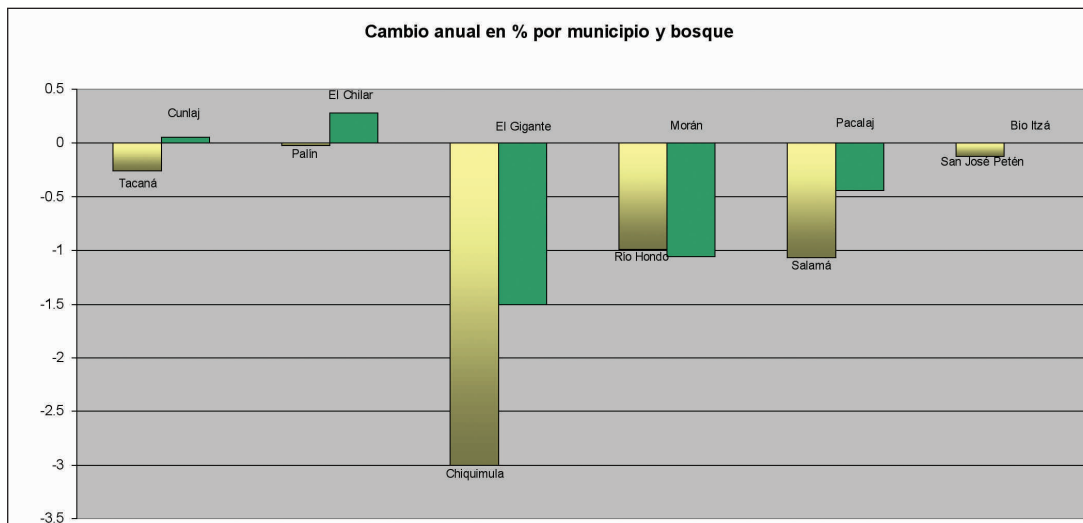
No	Bosque	Municipio	Area del Municipio (Ha)	Cambio anual Municipal (Ha/año)	Cambio anual Municipal %	Sitio	Area del sitio (Ha)	Cambio anual por sitio (Ha/año)	Cambio anual por sitio %
1	Morán	Río Hondo	45809	-283	-0.99	Morán	1996	-13.31	-1.06
2	Bio Itzá	San José Petén	209094	-229	-0.12	Bio Itzá	3674	0	0
3	El Gigante	Chiquimula	35344	-204	-3	El Gigante	818	-12.5	-1.5
4	Pacalaj	Salamá	67591	-295	-1.07	Pacalaj	2483	-9.76	-0.44
5	Cunlaj	Tacaná	36198	-35	-0.26	Cunlaj	47.8	0.05	0.14
6	Chilar	Palín	11106	-1	-0.02	El Chilar	3754	9.33	0.28

Nota: Los datos de cambios a nivel municipal en este cuadro son del estudio de dinámica a nivel nacional (1).

Los datos de cambio mostrados en el Cuadro 2 son negativos cuando se tiene una pérdida o reducción de la cobertura forestal. Son positivos cuando el sitio reportó un incremento de cobertura forestal.

El sitio con mayor presión del recurso forestal es el bosque de El Gigante con una tasa de cambio anual de -1.5%. A nivel municipal, Chiquimula también es el municipio con la mayor tasa de deforestación anual de los listados (-3%). El bosque de Morán, que le sigue, tiene una tasa de deforestación anual del -1.06%, y el siguiente municipio es el de Río Hondo, el cual tuvo el -0.99%. Este bosque de Morán es el que prácticamente tiene una tasa de deforestación similar a la de su municipio. El bosque de Pacalaj tiene una tasa anual de deforestación de -0.44% y el municipio de Salamá tiene una tasa anual del -1.07%. El bosque que se han mantenido estable, reflejo de una tasa menor de deforestación a la municipal es el de Bio Itzá, en el que prácticamente no se encontró ningún cambio. Los sitios de El Chilar y Cunlaj son los únicos con tasas anuales positivas, es decir, regeneración de la cobertura forestal. Hay que notar que el municipio de Palín es el que reporta el menor porcentaje de pérdida de bosque.

En la Gráfica 2 se observa el cambio por sitio y municipio, en donde las barras de color amarillo representan la tasa anual de deforestación a nivel municipal y las barras de color verde los cambios anuales de los sitios estudiados.



Gráfica 2.
Cambio anual en % a nivel municipal y por sitio estudiado

Discusión

La tasa promedio de deforestación anual en conjunto a nivel municipal es de 0.91%, mientras que en los bosques comunitarios la tasa de deforestación promedio es 0.43%. Es decir que la deforestación promedio de los bosques manejados por comunidades es 48% menor del nivel promedio de la tasa de pérdida de bosque a nivel municipal.

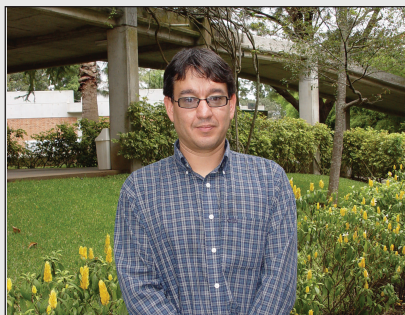
En la tasa anual de deforestación por sitio respecto a la tasa municipal, se observa que el bosque El Gigante tiene un 50% menos de pérdida anual que el municipio de Chiquimula, el bosque de Pacalaj tiene una diferencia menos de deforestación que su municipio de 0.63%. En los bosques de El Chilar y Cunlaj se tiene que existe un cambio positivo en la cobertura forestal; en el primer caso se tiene una organización legalmente establecida para manejo del bosque y en el segundo caso existen normas definidas por los pobladores. El bosque de Bio Itzá no presentó ningún cambio de cobertura, lo que muestra su buen nivel de conservación.

Un caso interesante es el bosque de Morán que fue el único con una tasa mayor de pérdida (0.07%) respecto a su municipio; se puede concluir que fue el único sitio con una tendencia similar a la tasa de deforestación municipal donde se encuentra. Es importante mencionar que en este sitio se observaron las reglas locales más débiles para el manejo forestal, aunque por otro lado, el sitio se ubica parcialmente en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Esta designación hace que se tengan reglas de manejo de recursos derivadas de legislación a nivel nacional, pero que ha costado implementar a nivel local.

La incertidumbre para la estimación de la dinámica de los sitios es determinada por la exactitud relativa del Error Medio Cuadrático dado en las clasificaciones y el cual se trato de dejarlo menor de 1.5 pixeles. La exactitud absoluta en la clasificación es dada principalmente por limitaciones derivadas del relieve del terreno que afecta las posiciones de los elementos geográficos y que afecta los niveles de iluminación de ciertas áreas. En general, se estimó que todas las clasificaciones se hicieron con un exactitud mejor del 10% lo que indica que diferencias mayores a este porcentaje pueden considerarse como significativas.

Agradecimientos

Se agradece a todas las personas involucradas en el proyecto de "Institucionalidad Local para el Manejo de Bosques y Agua en Comunidades Indígenas", especialmente a las del Centro de Estudios Ambientales, quienes colaboraron en la generación de información de campo de los sitios.



Ingeniero Forestal Rolando Montenegro
Laboratorio de SIG y Percepción Remota, Centro de Estudios Ambientales, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala.
rmontenegro@uvg.edu.gt



Dr. Edwin Castellanos
Director del Centro de Estudios Ambientales del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala
ecastell@uvg.edu.gt

Bibliografía

1. Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques y Consejo Nacional de Áreas Protegidas Dinámica de la Cobertura Forestal de Guatemala durante los años 1991, 1996 y 2001 y Mapa de la Cobertura Forestal 2001 90p. 2006
2. Centro de Investigación y Docencia Económica CIIDR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Internacional de Florida Nueva Evidencia: Los Bosques Comunitarios de México Protegen el Ambiente, Disminuyen La Pobreza y Promueven Paz Social Informe de Investigaciones Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sostenible, A.C. 13p. 2007
3. Centro de Estudios Ambientales (CEA) Institucionalidad Local para el Manejo de Bosques y Agua en Comunidades Indígenas Serie Informes Técnicos No.1-3, Universidad del Valle de Guatemala, 2007
4. Butler. A. R Los pueblos Indígenas son clave en los esfuerzos de conservación del bosque lluvioso, afirma un reconocido etnobotánico Entrevista con Mark Plotkin . Traducción de Gustavo Lorenzana, 2007
5. Tucker, C., J.C. Randolph & E. Castellanos Institutions, Biophysical Factors and History An Integrative Analysis of Private and Common Property Forest in Guatemala and Honduras Human Ecology 35: 259-274, 2007
6. Mather, P.M. Computer Processing of Remotely-Sensed Images. An Introduction (3rd edition) Wiley & Sons, Ltd. 2005
7. Jensen, J.R. Introductory Digital Image Processing (2nd.edition) Prentice Hall, 1996
8. Hayes, D.J. & S. Sader Comparison of Change Detection Techniques for Monitoring Tropical Forest Clearing and Vegetation Regrowth in Time Series Photogrametic, Engineering & Remote Sensing 67 (9): 10067-1075, 2001