# BOSQUES, DEFORESTACION Y MONITOREO DE CARBONO:

## Una valoración del Potencial de REDD+ en Mesoamérica (2010)

**CABAL, S.A**

**6 Diciembre 2010**

PRISMA

# Índice


**1 Introducción: Los bosques en la región de México y Centroamérica ..... 6**

**1.1 Estadísticas de DatosFAO y tasas de Deforestación ..... 7**

**1.2 El uso de umbrales para definir bosques ..... 9**

**2 Dinámicas de cambio de uso dela tierra y cobertura vegetal ..... 11**

**2.1 Análisis espacial de la cobertura boscosa a la escala Nacional en México ... 12**

**2.2 Análisis espacial de la cobertura boscosa a la escala regional en Centroamérica ..... 14**

2.2.1 Distribución espacial del bosque y análisis de cambios ..... 14

2.2.2 Bosque en áreas protegidas y en áreas con influencia indígena ..... 20

2.2.3 Bosque en tierras Ejidales en México ..... 25

**2.3 Análisis Espacial de Cobertura Boscosa actual: Macro regiones de Conservación en AP ..... 28**

**3 Procesos de Deforestación y regeneración de Bosques ..... 34**

**3.1 Marco de Referencia: Causas y factores subyacentes de deforestación ..... 35**

**3.2 Nicaragua: un activo frente ganadero. Un tema que sigue vigente ..... 40**

**3.3 Costa Rica: Una sólida transición forestal, pero sigue la transformación con cultivos no tradicionales ..... 46**

**3.4 Panamá: Una incipiente transición forestal, con complejos cambios en la estructura de los bosques: las plantaciones de TECA ..... 48**

**3.5 México: Una incipiente transición forestal, con procesos de degradación y regeneración de bosques ..... 50**

**3.6 Proyecciones futuras de cambios en la cobertura vegetal ..... 55**

**4 Estimación del Potencial de REDD en Mesoamérica ..... 56**

**5 Monitoreo de Emisiones de Carbono Forestal ..... 63**

**5.1 Metodologías para determinar balances de emisiones ..... 64**

**5.2 Metodologías para la medición del cambio de carbono ..... 65**

**5.3 Densidad de carbono en usos de la tierra. ..... 66**

**5.4 Monitoreo, reporte y verificación de las existencias de carbono y GEI ..... 67**

**Anexo 1. Inventarios Forestales ..... 73**

**Anexo 2. Metodología para el Análisis Comparativo de Uso de la Tierra ..... 78**

**Anexo 3. Bibliografía ..... 83**

# Siglas

| | |
|---|---|
| **A/R** | Aforestación/Reforestación |
| **ANAM** | Autoridad Nacional del Ambiente |
| **CATHALAC** | Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe |
| **CATIE** | Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza |
| **CBERS** | China-Brazil Earth Resources Satellite |
| **CCAD** | Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo |
| **CEPAL** | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |
| **CIPF** | Centro de Información forestal del Patrimonio Público |
| **CLUE** | La Conversión de Uso de la Tierra y sus Efectos |
| **CMNUCC** | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático |
| **$CO_2$** | Dioxido de Carbono |
| **COICA** | Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica |
| **CONAFOR** | Comisión Nacional Forestal |
| **CONAP** | Comisión Nacional de Áreas Protegidas |
| **COP 15** | United Nations Climate Change Conference, Copenhagen |
| **COP 16** | United Nations Climate Change Conference, Cancún, Quintana Roo |
| **DINF** | Dirección de Inventario Nacional Forestal |
| **ECOSUR** | El Colegio de la Frontera Sur |
| **FAO** | Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| **FONAFIFO** | Fondo Nacional de Financiamiento Forestal |
| **FRA** | Evaluaciones Forestales Anuales |
| **GEI** | Gases Efecto Invernadero |
| **GOFC-GOLD** | Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics |
| **$GtCO_2$** | Gigatoneladas de Dióxido de Carbono |
| **$GgCO_2$** | Gigagramos de Dióxido de Carbono |
| **GTZ** | Sociedad Alemana de Cooperación Técnica |
| **ICF** | Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre |
| **INAB** | Instituto Nacional Forestal |
| **INAFOR** | Instituto Nacional Forestal |
| **INBIO** | Instituto Nacional de Biodiversidad |
| **INEGI** | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |
| **INF** | Inventario Nacional Forestal |
| **INFP** | Inventario Nacional Forestal Periódico |
| **IPCC** | Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| **MAG** | Ministerio de Agricultura |
| **MAGA** | Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación |
| **MAGFOR** | Ministerio Agropecuario y Forestal |
| **MARENA** | Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales |
| **MARN** | Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales |
| **MARNA** | Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales |
| **MASRENACE** | Proyecto de Manejo de Recursos Naturales y Fomento de Competencias |
| **MDL** | Mecanismo de Desarrollo Limpio |
| **MINAET** | Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones |

| | |
|---|---|
| **MODIS** | Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer |
| **NOAA** | Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica |
| **ONDL** | Oficina Nacional de Desarrollo Limpio |
| **ONG** | Organización No Gubernamental |
| **PROARCA** | Programa Ambiental Regional para Centroamérica |
| **RAAN** | Región Autónoma del Atlántico Norte |
| **RAAS** | Región Autónoma del Atlántico Sur |
| **REDD** | Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación |
| **REDD+** | REDD-plus llama a las actividades con repercusiones graves dirigidas hacia las comunidades locales, pueblos indígenas y los bosques que se refieren a la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques. |
| **R-PIN** | Readiness Plan Idea Note |
| **R-PP** | Readiness Preparation Program |
| **SEMARNAP** | Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| **SERVIR** | Sistema Regional de Visualización y Monitoreo |
| **SICA** | Sistema de la Integración Centroamericana |
| **SIG** | Sistema de Información Geográfica |
| **SINAC** | Sistema Nacional de Áreas de Conservación |
| **SPOT** | Sistema Probatorio de Observación de la Tierra o Satélite Para la Observación de la Tierra |
| **TLC** | Tratado de Libre Comercio |
| **TM** | Tonelada Métrica |
| **UNAM** | Universidad Nacional Autónoma de México |
| **UNESCO** | Organización de las Naciones Unidas para la Educación |
| **UNFCCC** | Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático |
| **UTCUTS** | Cambio de uso de tierra y silvicultura |
| **VCS** | Voluntary Carbon Standard |

# Introducción

Las señales de que REDD+ es una política de mitigación para el cambio climático que tendrá mucha influencia en las estrategias de cooperación para la región son claras:

i) La inclusión de REDD+ tal como se definió en la hoja de ruta de Bali en el acuerdo de Copenhague (Diciembre 2009);

ii) El compromiso de poner a disposición de países en desarrollo de forma inmediata USD 30 billones para el período 2010-2012 para implementar acciones de mitigación incluyendo REDD+; y

iii) La reciente alianza en REDD+ alcanzada en la Conferencia de Bosques y Clima en Oslo (Mayo 2010) donde se han hecho operacionales recursos financieros para los países signatarios. Estos compromisos ponen en evidencia que la atención puesta en el potencial de REDD+ como una opción de mitigación al cambio climático de bajo costo ha sido aceptada por muchos países, aún en el supuesto de no alcanzarse un acuerdo post Kioto en la COP 16.

La literatura, de manera general, afirma que REDD+ pudiera tener efectos secundarios positivos y significativos para países en desarrollo. Aunque también existen evidencias científicas de que los impactos del cambio climático pueden reducir este potencial de mitigación de los bosques (IPCC, AR4, pagina 69), de los complejos arreglos institucionales y cambios de política que se requieren en los países participantes, de las dificultades metodológicas asociadas con los sistemas de monitoreo y verificación y de los altos riesgos asociados con la falta de gobernanza forestal a nivel global y local. Los pueblos indígenas y muchas organizaciones de la sociedad civil en Mesoamérica han dado voz de alerta y han mostrado preocupación por las consecuencias que políticas de REDD+ pudieran tener en la consolidación de sus derechos territoriales y en las relaciones de vida que muchas poblaciones de la región tienen con los bosques (COICA, julio 2010).

Según los últimos reportes de FAO, los bosques mundiales representan en la actualidad el 30% de la superficie terrestre. Todavía existe un saldo negativo entre los procesos de deforestación y recuperación que ocurren en las regiones tropicales y templadas del planeta y a nivel global, hay una pérdida neta de 7.3 millones ha/año de bosques, principalmente en América del Sur, África y el Sudeste de Asia (reporte AR4, pagina 69). Aunque hay que resaltar que estas tendencias son dinámicas. La pérdida neta reportada para el período 2000-2005 es menor que la pérdida de 8.9 millones ha/año registrada en la década 90.

A pesar de que algunos países de México y Centroamérica continúan perdiendo sus bosques con altas tasas, en los últimos veinte años se han dado cambios importantes, y de las 726,000 hectáreas de bosque que se perdían anualmente en la década de los años 90, recientemente, para el período 2005-2010, FAO reporta cambios anuales de 395,000 hectáreas. Con apenas el 2.1% de los bosques (FAO 2010), Mesoamérica aporta el 5.4% de la deforestación mundial.

La incertidumbre en relación a estas cifras es grande y también hay mucha controversia en relación al cálculo del potencial de reducción de Gases Efecto Invernadero del carbono

forestal, por las complejas relaciones que existen entre los cambios terrestres y el sistema climático global (9.3 y 9.4). Existe un amplio reconocimiento de las limitaciones de información y resultados de los ejercicios de modelación (Gurney et al 2002). Los modelos a largo plazo del IPCC muestran emisiones de $CO_2$ del año 2030 que son iguales o inferiores que las del del año 2000 (IPCC, AR4, capítulo 3).

A pesar de todas estas carencias, pareciera que existe un consenso internacional sobre las ganancias que en el corto plazo se pueden generar por la deforestación evitada, en términos de metas de mitigación al cambio climático. Como referencia de este potencial, Denman et al (2007) reporta que las emisiones derivadas por deforestación en el decenio de 1990 ascendieron a 5.8 $GtCO_2$/año. Según La Viña (2010), si se logra reducir las emisiones por deforestación en un 50% de los niveles de 1995, la comunidad global estaría, con los compromisos actuales del acuerdo de Copenhague, cerca de cumplir el objetivo de los 2 grados $C^o$ en el año 2020 y 2050.

En el estudio de Cambio Climático de CEPAL, usando modelos de uso de la tierra, y tomando como referencia datos del año 2005, investigadores de CATIE estiman que el stock de carbono de Centroamérica suma 3,564 Mt C. Con las simulaciones de pérdida de bosques proyectadas al año 2050, los stocks de carbono disminuyen de forma progresiva en todos los países de la región hasta en un 70% con el escenario de mayor deforestación.

En esta investigacion, se estima que México y Centroamérica, si continúan con las tasas de deforestacion actual, en 10 años, estarían emitiando alrededor de 2.1 Gt de CO2e. A grandes razgos, de lograrse reducir la deforestacion de bosques en un 50% en 10 años, el potencial de mitigación de estos bosques y tierras con manejo forestal sostenible se calcula en más de 291 millones de t de C, equivalente a 1,071 MtCO2e.

En general, los estudios sobre deforestación y cambios de uso de la tierra han sido un tema de interés para académicos, con poca repercusión en políticas nacionales. A lo interno de cada país, el estudio de las causas y fuerzas determinantes que empujan los cambios en los patrones de uso de la tierra es un tema de poca investigación en Instituciones Públicas. La deforestación es caracterizada como un problema ambiental y ha sido objeto de atención en algunas estrategias ambientales generadas a partir de los años 80, que culminan en estrategias de conservación y programas de reforestación. Aún para México, un país con mayor tradición en el manejo de tierras y con instituciones más desarrolladas que han documentado los cambios en el uso del suelo ocurridos en las últimas décadas y sus pautas actuales, hay divergencias en cuanto a metodologías y líneas de base que soportan los datos de deforestación en la literatura del país. En el resto de países de la región, la mayoría de las referencias sobre deforestación provienen de registros de instituciones públicas, que han sido recolectadas con otros propósitos, y por lo tanto no consideran métodos adecuados para estimar cambios en las dinámicas de uso de la tierra.

Tímidamente comienzan a emerger en la región resultados de investigaciones que demuestran la existencia de dinámicas más complejas relacionadas con procesos de degradación, fragmentación, deforestación y regeneración de bosques, ocurriendo simultáneamente en los territorios.

Bajo esta perspectiva, el presente informe persigue diagnosticar el estado de conocimiento sobre la problemática de deforestación y el potencial de los bosques en México y Centroamérica para la mitigación del cambio climático. Metodológicamente, la investigación se ha realizado en varias etapas. La primera consistió en una recopilación de la literatura sobre deforestación, incluyendo una revisión de las estadísticas y registros oficiales sobre bosques. Usando tecnologías de información geográfica, en un segundo momento se ha realizado un análisis espacial de los datos disponibles de cobertura vegetal y uso de tierra (en escala regional, nacional y local para algunas zonas de interés) con el objeto de determinar zonas de mayor amenaza, entender mejor las dinámicas de los cambios ocurridos y generar una cartografía que asista a los actores locales en las discusiones sobre REDD+.

Finalmente, se ha indagado sobre las metodologías y los arreglos institucionales actuales en cada país para cuantificar y monitorear la reducción de emisiones por cambios de uso de la tierra.

# Equipo de trabajo


| | |
|---|---|
| Desirée Elizondo | Coordinadora de Equipo, CABAL |
| Andrea Lorito | Especialista en Ordenamiento y Análisis Territorial, CABAL |
| Kenya Navas | Especialista Ambiental, CABAL |

# 1 Introducción: Los bosques en la región de México y Centroamérica

Las definiciones de bosque, el significado e importancia que tienen para diversas comunidades indígenas y las formas de valorarlos en la sociedad, son temas de transcendencia que darán más o menos jerarquía a REDD+ en el tamizado de políticas públicas relacionadas con el manejo de tierras y la conservación de los bosques. Hasta muy recientemente, se han definido indicadores para la cuantificación de los bosques basados principalmente en el potencial que tienen para el aprovechamiento forestal. Con la creciente preocupación ambiental, el énfasis también se ha puesto en la cuantificación de los bosques, considerando servicios asociados con la captura de carbono, la recuperación de la biodiversidad y la retención de suelos y aguas.

Dado las incertidumbres en el alcance de las actividades elegibles en REDD+, algunos tipos de cobertura vegetal serán más o menos relevantes que otros. En este capítulo centramos atención en las estadísticas sobre bosques maduros y las tasas de deforestación en la región de Mesoamérica, asumiendo que la conservación de estos importantes reservorios (estables) de carbono, es un objetivo primordial de la deforestación evitada. Sin embargo, existe un importante potencial de captura de carbono en otras coberturas de bosque y vegetación, de relevancia para el aumento en las reservas de carbono forestal y en la gestión sostenible de los bosques, que no debe pasar desapercibido.

La información espacial geo-referenciada (histórica y actual) sobre la cobertura vegetal en Centroamérica presenta fuertes diferencias en cuanto a completitud, metodologías, fuentes y criterios de evaluación. Por tal razón a sido necesario abordar el tema a tres diferentes escalas de trabajo. En primer lugar se ha analizado la información existente a nivel regional, que está elaborada con criterios uniformes espacialmente pero no temporalmente, y que presenta un nivel de detalle limitado.

Posteriormente se analizó la información elaborada por las instituciones nacionales de cada país, más precisa y con mayor nivel de detalle, pero disímil por los diferentes métodos de clasificación y criterios utilizados en su levantamiento. Finalmente, se enfocaron zonas y sectores de bosque destacados, de alcance sub-nacional, que generalmente son áreas protegidas, para los cuales existen estudios específicos y una literatura más abundante.

La recopilación estos datos, en este caso, permitió enriquecer y comparar resultados del análisis espacial, operado con la información geo-referenciada disponible, con los hallazgos principales de la literatura que brinda una lectura más actualizada de las dinámicas de cambio de cobertura vegetal en la región.

Finalmente, se realizó un análisis espacial de los cambios de cobertura vegetal utilizando la colección de datos provenientes de un análisis comparativo de imágenes MODIS 2000-2005 de Mesoamérica realizado por el Global Land Cover Facility (disponible por el portal de Kings College).

## 1.1 Estadísticas de DatosFAO y tasas de Deforestación

Según las últimas evaluaciones de los Recursos Forestales Nacionales reportadas a FAO[1], la región de México y Centroamérica tiene 84.3 millones de hectáreas de bosques. Más del 75% de este recurso se encuentra en México, con 64.8 millones de hectáreas de bosques y selvas que representan el 34% del territorio Mexicano. Centroamérica contiene el 23% restante, distribuido sin mucha variación entre paises, con excepción de El Salvador, que tiene solamente el 1.5% del bosque de Centroamérica (sin México) y Belice que, a pesar de tener el 61% de su superficie nacional con bosque, éste representa solamente el 7.1% del total de bosques en Centroamérica. También se destaca Honduras, que es el país con más bosque, cubriendo el 46% de su extensión territorial nacional y representado el 26.6% del bosque centroamericano. El resto de países tienen una cobertura que oscila entre el 25 y el 51% de sus respetivos territorios, y representa valores entre el 13 y el 16% del total del bosque centroamericano.

El 80% de las selvas con vegetación del trópico húmedo en México se encuentran en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Campeche y Quintana Roo. Estos bosques, junto con los bosques de Petén y Belice, conforman la Selva Maya; uno de los ecosistemas de bosques tropicales más extensos de Latinoamérica.

**Tabla 1. Área de Bosque en Mesoamérica**

| País | Área de Bosque (miles de hectáreas) | Superficie nacional (miles de hectáreas) | % de la superficie nacional | % de área de bosque | % de área de bosque sin México |
|---|---|---|---|---|---|
| Belice | 1,393 | 2,280 | 61.1 | 1.7 | 7.1 |
| Costa Rica | 2,605 | 5,108 | 51 | 3.1 | 13.4 |
| El Salvador | 287 | 2,065 | 13.9 | 0.3 | 1.5 |
| Guatemala | 3,657 | 10,820 | 33.8 | 4.3 | 18.8 |
| Honduras | 5,192 | 11,190 | 46.4 | 6.2 | 26.6 |
| Nicaragua | 3,114 | 12,117 | 25.7 | 3.7 | 16.0 |
| Panamá | 3,251 | 7,439 | 43.7 | 3.9 | 16.6 |
| SUBTOTAL | 19,499 | 51,018 | 38.2 | 23.20 | 100.0 |
| México | 64,802 | 190,594 | 34 | 76.9 | |
| Total | 84,301 | 242,244 | 34.8 | 100 | |

Fuente: FAO Reportes de País, FRA 2010

1 Estadísticas que se originan de estimaciones y proyecciones usando interpolación lineal para períodos de cinco años.

En Honduras, casi la totalidad del bosque tropical se encuentra en la Mosquitia, donde viven aproximadamente unas 75,000 familias indígenas misquitas, garífunas, afro descendientes, tawanka, pech y tulupanes. Estos bosques, junto con la Mosquitia Nicaragüense, han sido declarados por UNESCO patrimonio de la humanidad, con la Reserva de la Biósfera de río Plátano y Bosawás. El resto de las reservas de bosque en Nicaragua se encuentra en las Regiones Autónomas del Atlántico Norte y Sur, coincidiendo con los territorios indígenas miskitos, mayagnas, garífunas, ramas y creoles.

Una segunda eco-región está integrada por los bosques de pino-encino de Centroamérica, que se extienden desde Guatemala hasta Nicaragua. Sin embargo, el 75% de estos pinares se encuentra en la zona central y oriental de Honduras. La mitad del bosque caducifolio restante se encuentra en Panamá (52,7%), principalmente entre las provincias de Darién y Panamá,coincidiendo con los territorios pertenecientes a las comarcas indígenas Emberá-Wounnan, Kuna Yala, Wuargandí, y Madugandí. En Costa Rica, al igual que en los casos anteriores, un procentaje importante de bosques primarios se encuentra en territorios Indigenas, ubicados principalmente en la zona sur y atlántica del país.

La región continúa perdiendo sus bosques con altas tasas, pero en los últimos veinte años se han dado cambios significativos, y de las 726,000 hectáreas de bosque que se perdían anualmente en la década de los años 90, recientemente, para el período 2005-2010, FAO reporta cambios anuales de 395,000 hectáreas[2].

Los principales avances se han dado en México, Panamá y Costa Rica. En el período, México ha logrado disminuir la pérdida anual de bosques en un 56%, pasando de 354,000 a 155,000 hectáreas. De esta forma, la tasa anual de deforestación pasó de 0.5% a un 0.2% anual. Panamá a reducido su tasa de deforestación de 1.2% a 0.4% para el mismo período y Costa Rica que es el único país con una ganancia neta de bosques, ha pasado de una pérdida anual de 19,000 hectáreas, a una ganancia de 23,000 hectáreas anuales. Ejemplifica que en un ciclo de 20 años se puede revertir completamente la deforestación, considerando que en los años 70 y 80 se reportaron pérdidas anuales de hasta un 3.5%.

En contraste, Honduras, Nicaragua y Guatemala continúan con las altas tasas históricas de deforestación en el rango de 1.5 a 2.1%. Honduras tiene una tasa de cambio anual del 2.0% en cobertura boscosa, pero en términos absolutos, tiene el doble de área boscosa de Costa Rica, que es el país con mayor porcentaje del territorio con bosque después de Belice.

[2] Al margen de la validez en términos absolutos de estas cifras (y del método de cálculo usado por las instituciones forestales en sus reportes a FAO) al ser sistemático el procedimiento, muestran tendencias comparativas entre datos de un mismo país que no deben subvalorarse.

**Tabla 2. Área de Bosque y Cambio en el Área de Bosques en Mesoamérica**

| País | Área Boscosa 2010 | % del territorio 2010 | Área Boscosa 2005 | % del territorio 2005 | Cambio Anual en área boscosa 1990-2000 | Cambio anual en área boscosa (%) 1990-2000 | Cambio Anual en área boscosa 2000-2005 | Cambio anual en área boscosa (%) 2000-2005 | Cambio Anual en área boscosa 2005-2010 | Cambio anual en área boscosa (%) 2005-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Área (1000 ha) | | | | | | |
| México | 64.802 | 33,3 | 65.578 | 33,7 | -354 | -0,5 | -235 | -0,4 | -155 | -0,2 |
| Belice | 1.393 | 61,1 | 1.441 | 63,2 | -10 | -0,6 | -10 | -0,7 | -10 | -0,7 |
| Costa Rica | 2.605 | 51,0 | 2.491 | 48,8 | -19 | -0,8 | 23 | 0,9 | 23 | 0,9 |
| El Salvador | 287 | 13,9 | 309 | 14,9 | -5 | -1,3 | -5 | -1,4 | -4 | -1,5 |
| Guatemala | 3.657 | 33,7 | 3.938 | 36,3 | -54 | -1,2 | -54 | -1,3 | -56 | -1,5 |
| Honduras | 5.192 | 46,4 | 5.744 | 51,3 | -173 | -2,4 | -119 | -1,9 | -110 | -2,0 |
| Nicaragua | 3.114 | 25,7 | 3.464 | 28,5 | -70 | -1,7 | -70 | -1,9 | -70 | -2,1 |
| Panamá | 3.251 | 43,7 | 3.310 | 44,5 | -42 | -1,2 | -12 | -0,4 | -12 | -0,4 |
| Total | 84.301 | 34,8 | 86.275 | 35,1 | -726,5 | -0,8 | -480,4 | -0,5 | -394.8 | -0,5 |

Fuente: elaborado con datos de FAO Reportes de País, FRA 2010

## 1.2 El uso de umbrales para definir bosques

Desde el punto de vista técnico FAO define las áreas de bosque como *tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura mayor a los 5 metros y una cubierta de copas superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ* (FAO 2008, Directrices para la elaboración de informes nacionales destinados a ERF 2010).

La mayoría de estudios que citan área de bosques y tasas deforestación con datos de FAO en la región utilizan únicamente esta categoría de bosques como referencia. Sin embargo, estas cifras no incluyen todas las tierras con cobertura vegetal boscosa que son de interés par el manejo de tierras y en la cuantificación del potencial de adaptación y mitigación de los bosques al cambio climático.

La CMNUCC reconoce la complejidad en la definición de bosques, pero operacionalmente, los parámetros que ha adoptado para definir bosques hasta el momento provienen del mismo enfoque usado por FAO. Según el protocolo de Kioto, cada país debe elegir una definición de bosque en base a rangos de los tres parámetros usados (superficie mínima de bosque entre 0,05 y 1ha; cobertura de copas mayor del 10 al 30% y altura mínima entre 2 y 5m). Los umbrales que fije cada país en base a estos rangos (principalmente el parámetro de superficie mínima de bosques) repercutirá entre otras cosas, en la cuantificación de las reservas de carbono forestal, en las tasas de deforestación y en la definición y cuantificación de degradación.

Como ejemplo, si se aplicara un criterio más laxo en relación a la cobertura de copas, usando las mismas estadísticas de FAO, la cantidad de bosque existente en la región sería considerablemente mayor, por la magnitud de "otras tierras boscosas" existentes. Usando los mismos reportes de país del FRA 2010, el área de bosques de la región pasaría de 84.3 a 111

millones de hectáreas. *FAO define como "otras tierras boscosas" la tierra no clasificada como bosque que se extiende por más de 0.5 hectáreas, con árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel de 5 a 10%, o árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos in situ, o con una cubierta mixta de arbustos, matorrales y árboles superior a 10%.*

La diferencia entre ambas categorías radica principalmente en la cubierta de copa de los árboles, y por consiguiente, ambas categorías juegan un papel importante en las estimaciones de biomasa, que usualmente se estiman considerando la masa del fuste, ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca y madera muerta. Bajo esta consideración, la vegetación en otras tierras boscosas es muy relevante, tanto por el carbono retenido, como por su potencial de aumento en las reservas de carbono. Esta posición coincide con la de muchos investigadores y funcionarios públicos, que manifiestan que ambas categorías deben ser integradas en las políticas públicas forestales, por la importancia social y de biodiversidad de estas "otras tierras boscosas". El impacto de las clases usadas en las estadísticas resultantes es de consideración: la región pasaría a tener una cobertura de 45% de bosques y las tasas de cambio anual para los países con mayor deforestación disminuirían (Nicaragua, Honduras y Guatemala).

**Tabla 3. Área de Bosque + Otras Tierras Boscosas y Cambio en el Área de Bosques en Mesoamérica**

| País | Área Boscosa * 2010 | % del territorio 2010 | Área Boscosa * 2005 | % del territorio 2005 | Cambio Anual en área boscosa 1990-2000 | Cambio anual en área boscosa (%) 1990-2000 | Cambio Anual en área boscosa 2000-2005 | Cambio Anual en área boscosa (%) 2000-2005 | Cambio Anual en área boscosa 2005-2010 | Cambio Anual en área boscosa (%) 2005-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Área (1000 ha) | | | | | |
| México | 84.983 | 43,7 | 85.920 | 44,2 | -408,1 | -0,5 | -275,6 | -0,3 | -187,4 | -0,2 |
| Belice | 1.506 | 66,0 | 1.545 | 67,7 | -7,8 | -0,5 | -7,6 | -0,5 | -7,8 | -0,5 |
| Guatemala | 5.329 | 49,1 | 5.610 | 51,7 | -54 | -0,9 | -54,0 | -0,9 | -56,2 | -1,0 |
| Honduras | 6.667 | 59,6 | 7.123 | 63,7 | -145,6 | -1,7 | -91,2 | -1,2 | -91,2 | -1,3 |
| El Salvador | 491 | 23,7 | 513 | **24,8** | -4,5 | -0,8 | -4,6 | -0,9 | -4,4 | -0,9 |
| Nicaragua | 5.333 | 43,9 | 5.683 | 46,8 | -70 | -1,1 | -70,0 | -1,2 | -70 | -1,3 |
| Costa Rica | 2.617 | 51,3 | 2.502 | 49,0 | -19,3 | -0,8 | 23,2 | 1,0 | 22,98 | 0,9 |
| Panamá | 4.072 | 54,7 | 4.283 | 57,5 | -15,5 | -0,3 | -42,0 | -1,0 | -42,2 | -1,0 |
| Total | 110.998 | 45,2 | 113.179 | 46,1 | -724,8 | -0,6 | -521,8 | -0,5 | -436,2 | -0,4 |

Fuente: elaborado con datos FAO Reportes de País, FRA 2010

# 2 Dinámicas de cambio de uso dela tierra y cobertura vegetal

En México la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1:250,000 se ha producido en los últimos veinte años por el Instituto Nacional de Estadísica y Geografía (INEGI). Con esta información, la Gerencia de Inventario Forestal y Geomática en la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) coordina la Evaluación de los Recursos Forestales. La generación de información para estas evaluaciones ha avanzado conforme a las técnicas modernas de uso de satélite.

En Centroamérica el levantamiento de información para la evaluación de los recursos forestales ha sido principalmente tarea de los Institutos Forestales y Ministerios de Agricultura y Ganadería. Al igual que en México, pero sólo mas recientemente, con la tecnología de análisis espacial y la disponibilidad de imágenes de satélite, se ha generado una gran gama de herramientas para la cuantificación de recursos naturales, incluidos los recursos forestales y ecosistemas terrestres.

En la mayoría de los países de la región los estudios sobre ecosistemas naturales son conducidos principalmente por organizaciones interesadas en la integridad de los servicios ecológicos, y los criterios de clasificación de vegetación y bosques, difieren de los comúnmente usados en los reportes forestales nacionales, al estar basados en características ecológicas (altitud, relieve, régimen de humedad, temperatura, etc) que definen la estructura de la vegetación resultante. Adicionalmente, las instituciones especializadas en generación de cartografía básica, producen mapas de uso del suelo y/o tierra, con múltiples propósitos (ordenamiento territorial, gestión de riesgos, ordenamiento productivo, catastro etc). Estas instituciones tratan los bosques con criterios de uso de la tierra, sin distinguir sus características biológicas.

El resultado de todos estos estudios y evaluaciones, al responder a distintos propósitos, es que usan diferentes metodologías y herramientas de sensores remotos con distintas resoluciones y características. Conscientes de estas limitaciones, se ha realizado un análisis multi-temporal (diacrónica) de la información disponible, utilizando fuentes secundarias de literatura por un lado y de interpretación de información geoespacial, organizada en un *dataset* a través de los sistemas de información geográfica. El estudio pretende evidenciar y relacionar tendencias y patrones,a veces ya conocidos e identificados por otros autores, en el contexto de tres escalas de trabajo:

1. Para México, se han analizado datos únicamente a la escala nacional, utilizando la Serie IV de vegetación y uso de Suelo levantada y procesdada en el año 2007-2009.

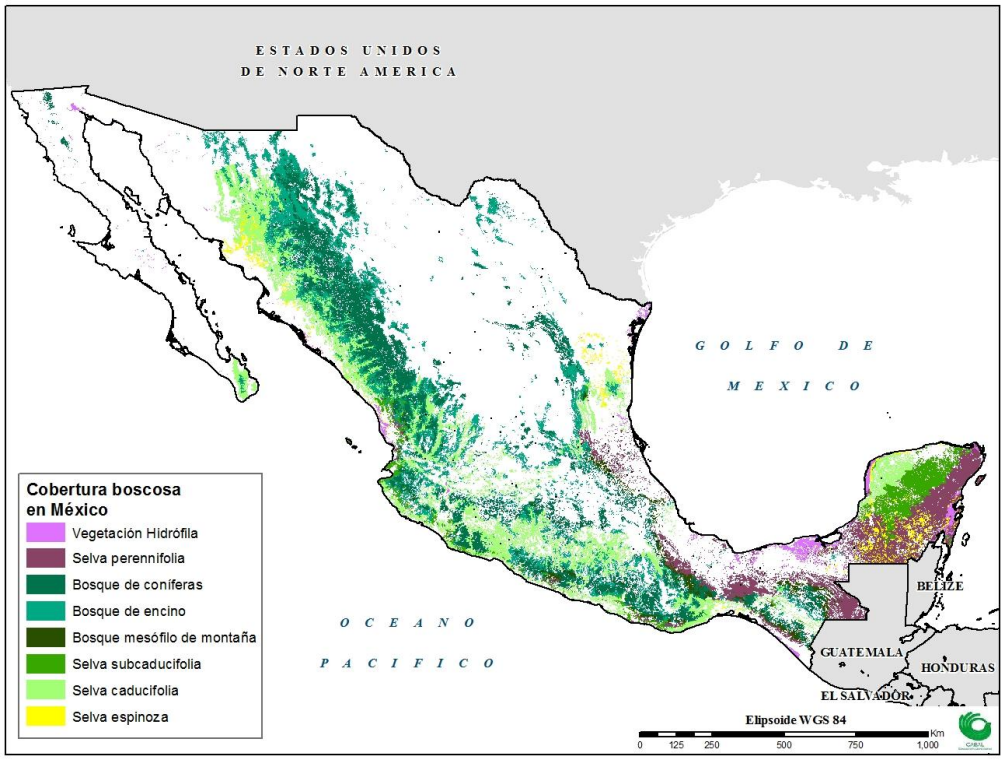
2. Para Centroamérica, a la escala regional se confrontaron los datos disponibles de FAO anteriormente mencionados, (de los cuales no se dispone de cobertura espacial), con las coberturas de interpretación disponibles ala escala regional, y en particular con los datos fuentes de los mapas elaborados por PROARCA en 1998 y los datos del MODIS 2007 (Cathalac).A esta escala se confrontaron los datos elaborados generados por Global Land Cover Facility sobre cambios de cobertura forestal en la región, siempre basados en la información satelital MODIS en el período 2000-2005. Estos datos de cambios y coberturas se relacionaron con la extensión y distribución de las áreas protegidas y de los territorios con influencia indígena de la región de Centroamérica.

3. A la escala nacional se analizaron los datos espaciales producidos por las diferentes instituciones nacionales en el curso del tiempo, relacionado los fenómenos reales conocidos y documentados en la literatura con el resultado de grupos focales realizados con expertos regionales sobre la situación de cada país.

4. A la escala local, se seleccionaron 19 zonas de masa de bosque, coincidentes con agrupaciones de áreas protegidas que contaban con estudios sectoriales y locales, y se analizaron 51 indicadores de variables organizadas en una matriz de 4 ámbitos: físico-ambientales, socioeconómicas, institucionales y presencia de factores de cambios. A pesar de las diferencias de niveles de información y de enfoques, se pudieron evidenciar algunos fenómenos compartidos y otros factores de diferencia.

## 2.1 Análisis espacial de la cobertura boscosa a la escala Nacional en México

De acuerdo a la última Serie IV de cartografía Mexicana, en el año 2005 el país contaba con 68 millones de tierras con bosque, incluyendo las selvas espinosas.



| Categorías de Cobertura Vegetal | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Selva perennifolia** | **Bosque de coníferas** | **Bosque de encino** | **Bosque mesófilo de montaña** | **Selva subcaducifolia** | **Selva caducifolia** | **Selva espinosa** | **TOTAL SELVAS Y BOSQUES** |
| Densidad de C (t/Ha) | 262,10 | 220,00 | 262,10 | 262,10 | 262,10 | 92,74 | 92,74 | |
| Nacional Area (Ha) | 9.685.198,27 | 16.939.752,36 | 15.693.062,50 | 1.887.661,62 | 4.661.498,35 | 16.981.933,76 | 2.059.939,68 | **67.909.046,53** |
| Ejidos Area (Ha) | 6.867.994,42 | 11.055.751,58 | 7.934.929,40 | 1.171.219,32 | 2.946.709,97 | 9.276.583,43 | 1.236.656,15 | **40.489.844,27** |
| Nacional Stock C (t) | 2.538.490.465,55 | 3.726.745.518,27 | 4.113.151.682,15 | 494.756.110,83 | 1.221.778.716,46 | 1.574.904.537,04 | 191.038.805,46 | **13.860.865.835,76** |
| Ejidos Stock C (t) | 1.800.101.337,48 | 2.432.265.347,60 | 2.079.744.995,74 | 306.976.583,77 | 772.332.683,14 | 860.310.347,30 | 114.687.491,35 | **8.366.418.786,38** |
| Tasa de Deforestación | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| Tasa Degradación | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | |
| Nacional Pérdidas (ton C) | 43.154.337,91 | 63.354.673,81 | 69.923.578,60 | 8.410.853,88 | 20.770.238,18 | 26.773.377,13 | 3.247.659,69 | **235.634.719,21** |
| Ejidos Pérdidas (ton C) | 30.601.722,74 | 41.348.510,91 | 35.355.664,93 | 5.218.601,92 | 13.129.655,61 | 14.625.275,90 | 1.949.687,35 | **142.229.119,37** |
| **Tasa de deforestación y degradación reducida en 50% (Potencial de REDD )** | | | | | | | | |
| Tasa de Deforestación | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | |
| Tasa Degradación | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | |
| Nacional Pérdidas Evitadas (ton C) | 21.577.168,96 | 31.677.336,91 | 34.961.789,30 | 4.205.426,94 | 10.385.119,09 | 13.386.688,56 | 1.623.829,85 | **117.817.359,60** |
| Ejidos Pérdidas Evitadas (ton C) | 15.300.861,37 | 20.674.255,45 | 17.677.832,46 | 2.609.300,96 | 6.564.827,81 | 7.312.637,95 | 974.843,68 | **71.114.559,68** |

## 2.2 Análisis espacial de la cobertura boscosa a la escala regional en Centroamérica

### 2.2.1 Distribución espacial del bosque y análisis de cambios

Como mencionamos anteriormente, entre las diferentes capas de información sobre cobertura vegetal en Centroamérica existen diferencias tanto espaciales como metodológicas que dificultan las comparaciones inmediatas. Así que es posible relacionar los distintos datos en términos generales, pero hay que considerar que los datos de PROARCA, realizado a través de asociación de categorías de uso, no se pueden comparar de los datos de cobertura de MODIS, con distintas agrupaciones, y tampoco con los de FAO, por no tener expresión espacial.

Analizando los datos cuantitativos de bosques se podría asumir que se ha dado un cambio significativo de perdida de cobertura boscosa desde el año 98 a la fecha (comparando el área de bosques reportada por PROARCA y los datos de bosques FAO 2010), sin embargo, si se incluye en el análisis los datos de las otras tierras boscosas, se observa similitudes en los datos generales y las tasas de algunos países, mientras que en otros casos presentan fuertes diferencias.

**Tabla 4. Comparación de fuentes sobre Área de Bosque en Mesoamérica**

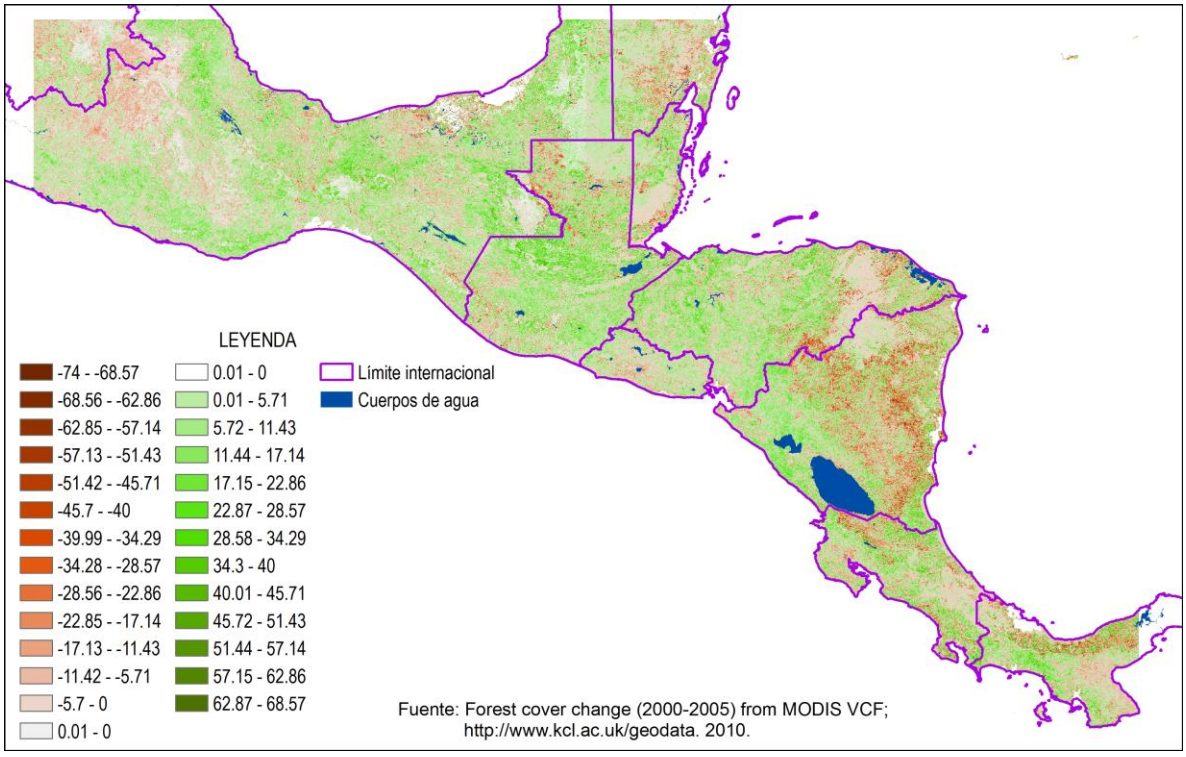
| Países | PROARCA 98<br>Miles de ha | MODIS 2007<br>Miles de ha | FAO 2010-(1)<br>Miles de ha | FAO 2010 – (2) (Bosque más otras tierras boscosas)<br>Miles de ha | Tasa de cambios<br>1998-2010-(2)<br>% | Diferencias<br>1998-2010-(1)<br>Miles de ha | Diferencias<br>1998-2010-(2)<br>Miles de ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Belice** | 989.48 | 1,506.11 | 1,393.00 | 1,506.00 | 3.9 | 403.52 | 516.52 |
| **Costa Rica** | 2,565.88 | 2,912.72 | 2,605.00 | 2,617.00 | 0.2 | 39.12 | 51.12 |
| **El Salvador** | 411.24 | 180.26 | 287 | 491 | 1.6 | -124.24 | 79.76 |
| **Guatemala** | 6,521.47 | 4,046.70 | 3,657.00 | 5,329.00 | -1.8 | -2,864.47 | -1,192.47 |
| **Honduras** | 7,033.17 | 4,855.14 | 5,192.00 | 6,667.00 | -0.5 | -1,841.17 | -366.17 |
| **Nicaragua** | 5,901.79 | 5,414.09 | 3,114.00 | 5,333.00 | -0.9 | -2,787.79 | -568.79 |
| **Panamá** | 3,708.68 | 4,335.73 | 3,251.00 | 4,072.00 | 0.9 | -457.68 | 363.32 |
| **Total general** | **27,131.72** | **23,250.76** | **19,499.00** | **26,015.00** | **-0.4** | **-7,632.72** | **-1,116.72** |

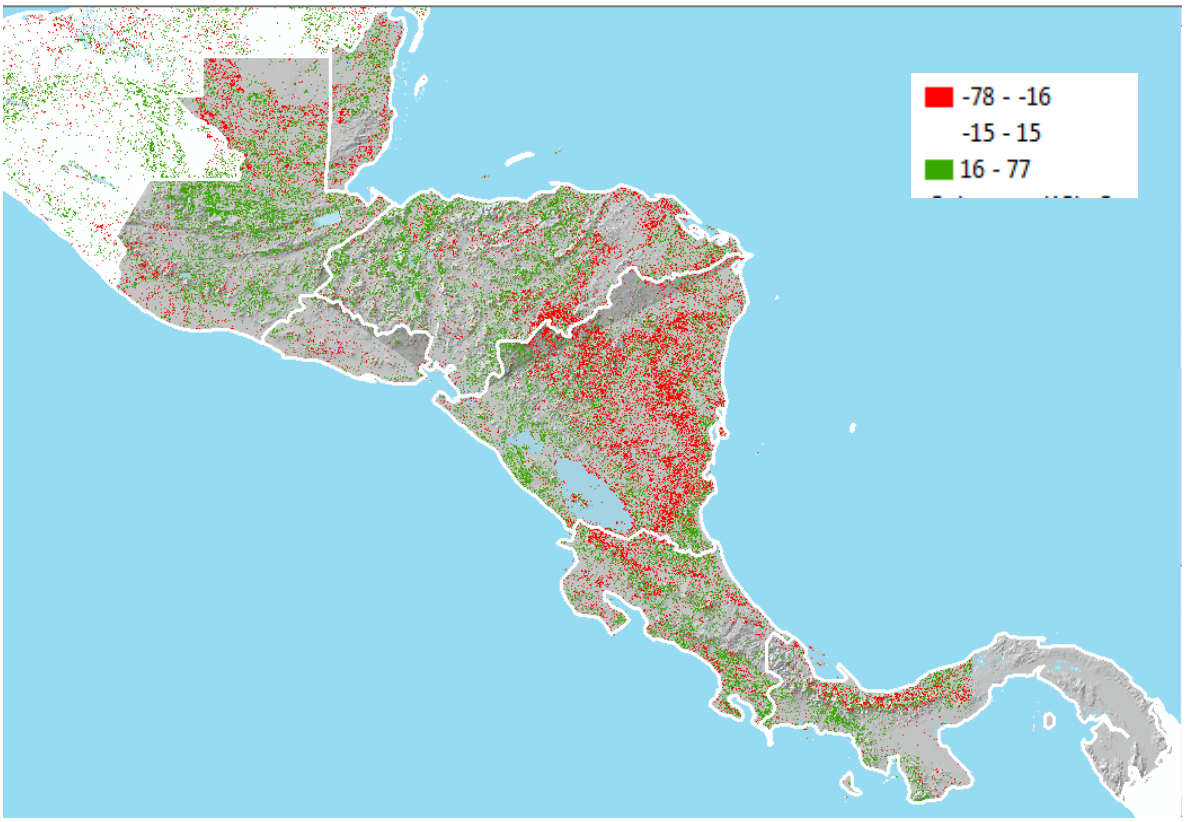
Fuente: Datos FAO Reportes de País, FRA 2010; procesamiento SIG-CABAL con datos PROACCA-CCAD y MODIS Servir CATHALAC

Por eso se considera que la sobreposición de coberturas permite identificar espacialmente las masas de bosques cuantificadas por las distintas fuentes, pero no es posible realizar un análisis de cambios confiable con estos datos, por las razones mencionadas. Esta circunstancia ha sido superada considerando el análisis diacrónico de datos originados por una sola fuente, el MODIS (satélite Terra-ESA), Global Land Cover Facility que identifica los cambios en cobertura vegetal entre el periodo entre los años 2000 y 2005.

MODIS. Cobertura Boscosa 2007. SERVIR Cathalac

Cambios en cobertura vegetal MODIS 2000-2005, Land Cover Facility.






Cambios en % de la cobertura vegetal 2000-2005, CABAL 2010. Datos de Land Cover Facility.

Desde este análisis resulta un cuadro más complejo, porque a la pérdida de cobertura vegetal que ha afectado a los bosques centroamericanos, se suman diferentes fenómenos de regeneración, no relacionados exclusivamente a las tierras boscosas. Desde la sinopsis entre le mapa de bosque y el de cambios (mayores del 15% de la cobertura) se puede apreciar que las modificaciones no se limitan a las zonas boscosas, sino que involucran más bien otras áreas, mientras que muchas de las mayores concentraciones de masa de bosque, las áreas del Petén en Guatemala o BOSAWAS-Rio Plátano en Nicaragua-Honduras aparecen estables en sus zonas núcleos. Un lectura rápida de estos datos pudiera indicar que el sistema de áreas protegidas de la región ha tenido cierto éxito, en la conservación de estas áreas núcleo de bosques bajo régimen de protección.

Sin embargo se pueden identificar "frentes" de deforestación que se acercan o rodean estas grandes masas de bosques, siendo los casos más evidentes las reservas del Laguna del Tigre, la Sierra Lacandón y el área de amortiguamiento de la biosfera Maya en Guatemala, Pine Ridge, Deep River y Swasey Bladen en Belize. En Honduras y Nicaragua los frentes rodean las mayores zonas de bosque, como la del Río Plátano, Tawahka y Patuka, y BOSAWAS. En Nicaragua los frentes más agresivos parecen afectar severamente amplios sectores del caribe, entre los cuales las áreas protegidas del cerro Wawashan, Cerro Silva y Río Indio-Maíz. En Costa Rica los mayores frentes se concentran en al zona norte entre el río San juan y la cordillera central, y en Panamá, los datos disponibles sólo permiten identifcar las efectaciones mayoritariamente en la comarca Ngobe Bugle.

**Tabla 5. Cambios de Cobertura Vegetal 2000-2005**

| Países | BELIZE | COSTA RICA | EL SALVADOR | GUATEMALA | HONDURAS | NICARAGUA | SUBTOTAL CA sin Panamá | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cambios** | **Miles de ha** | | | | | | **kha** | **%** |
| Pérdida mayor del 60% | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 27 | 34 | 0.08 |
| Pérdida entre 45 y 60% | 3 | 27 | 0 | 11 | 51 | 191 | 283 | 0.64 |
| Pérdida entre 30 y 45% | 39 | 103 | 5 | 88 | 166 | 548 | 949 | 2.14 |
| Pérdida entre 15 y 30% | 127 | 435 | 93 | 588 | 669 | 1,485 | 3,397 | 7.67 |
| Pérdida entre 0 y 15 | 1021 | 1948 | 969 | 3,597 | 4,185 | 4,926 | 16,646 | 37.58 |
| Aumento de 0 a 15% | 765 | 1732 | 905 | 4,893 | 4,533 | 3,992 | 16,820 | 37.97 |
| Aumento de 15 a 30% | 194 | 632 | 79 | 1,464 | 1,357 | 1,245 | 4,971 | 11.22 |
| Aumento de 30 a 45% | 41 | 190 | 2 | 245 | 240 | 299 | 1,017 | 2.30 |
| Aumento de 45 a 60% | 6 | 45 | 0 | 28 | 38 | 54 | 171 | 0.39 |
| Aumento mayor del 60% | 0 | 4 | | 0 | 0 | 1 | 5 | 0.01 |
| **Total general** | **2,196** | **5,119** | **2,053** | **10,914** | **11,243** | **12,768** | **44,293** | 100.00 |
| Tot. Aumento | 1,006 | 2,603 | 986 | 6,630 | 6,168 | 5,591 | 23,288 | 52.58 |
| Tot. Pérdida | 1,190 | 2,516 | 1,067 | 4,284 | 5,075 | 7,177 | 21,605 | 48.78 |
| **Balance** | **-184** | **87** | **-81** | **2,346** | **1,093** | **-1,586** | **1,683** | 3.80 |
| Aumento mayor del 15% | 241 | 871 | 81 | 1,737 | 1,635 | 1,599 | 6,164 | 13.92 |
| Pérdida mayor del 15% | 169 | 568 | 98 | 687 | 890 | 2,251 | 4,663 | 10.53 |
| **Balance** | 72 | 303 | -17 | 1,050 | 745 | -652 | 1,501 | 3.39 |

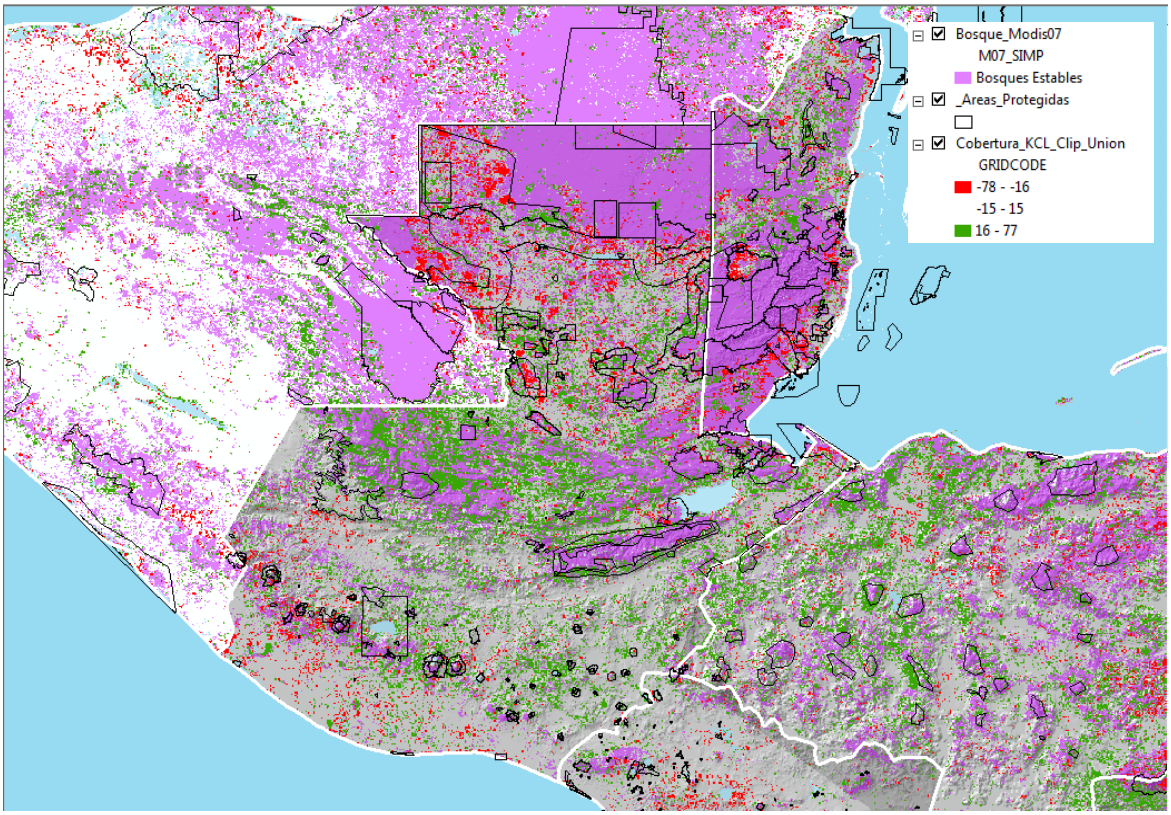
Fuente: CABAL 2010.

En términos cuantitativos, todos los países parecen lograr un balance positivo o moderadamente negativo entre aumentos y pérdidas de cobertura vegetal, tanto en general que relativamente a los cambios "extremos" (mayores del 15%), con la evidente excepción de Nicaragua donde ambas cifras son fuertemente negativas. *En relación al balance de cambios mayores del 15%, la región presenta el 13.9% de tierras que están aumentando su cobertura versus el 10.5% que la están disminuyendo, con fuerte diferencias determinadas más que por las tierras con cobertura en aumento, que varían entre el 17% de Costa Rica y el 10% de Belize, por las tierras en pérdidas, que significan solo el 8% en Guatemala y hasta el 17% en Nicaragua.*

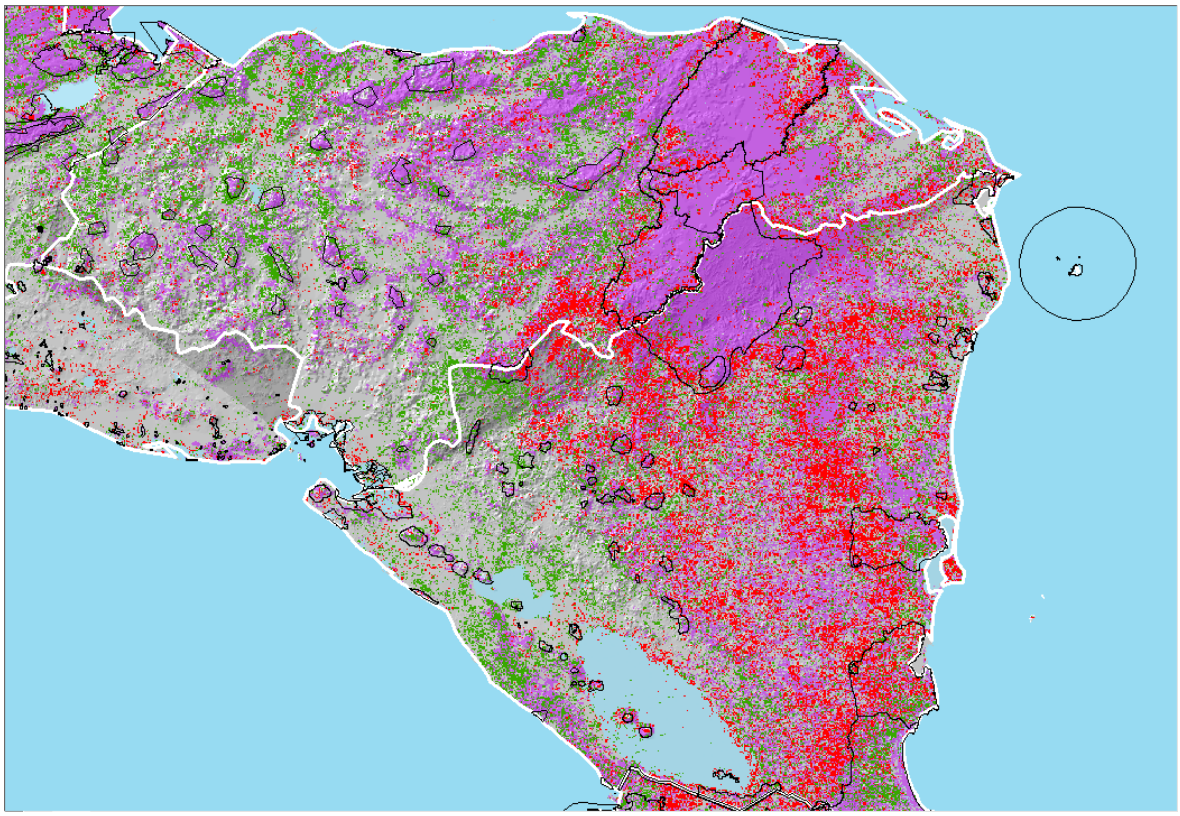
**Tabla 6. Balance de porcentajes de Cambios según King´s College of London 2000-2005**

| Países | BELIZE | COSTA RICA | EL SALVADOR | GUATEMALA | HONDURAS | NICARAGUA | CA sin panamá |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cambios** | **%** | **%** | **%** | **%** | **%** | **%** | **%** |
| Tot. Aumento | 45.81 | 50.85 | 48.03 | 60.75 | 54.86 | 43.79 | 52.58 |
| Tot. Pérdida | 54.19 | 49.15 | 51.97 | 39.25 | 45.14 | 56.21 | 48.78 |
| **Balance** | -8.38 | 1.70 | -3.95 | 21.50 | 9.72 | -12.42 | 3.80 |
| Aumento mayor del 15% | 10.97 | 17.02 | 3.95 | 15.92 | 14.54 | 12.52 | 13.92 |
| Pèrdida mayor del 15% | 7.70 | 11.10 | 4.77 | 6.29 | 7.92 | 17.63 | 10.53 |
| **Balance** | 3.28 | 5.92 | -0.83 | 9.62 | 6.63 | -5.11 | 3.39 |

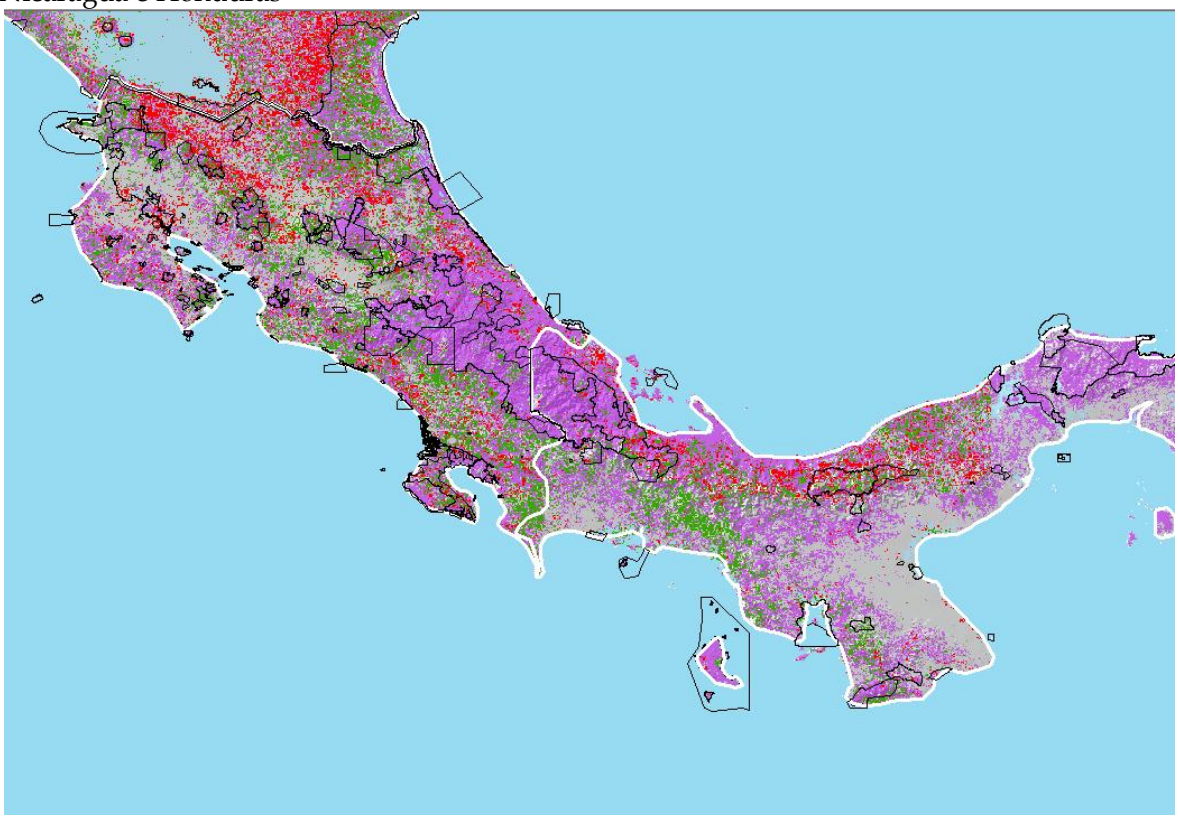
En términos de distribución espacial, resulta importante analizar la estabilidad y los cambios de los bosques centroamericanos en las áreas protegidas y en los territorios de influencia y presencia indígena, antes de profundizar el análisis en las situaciones nacionales.




Guatemala, Salvador, Belize



Nicaragua e Honduras



Costa Rica y Panamá

### 2.2.2 Bosque en áreas protegidas y en áreas con influencia indígena

Según los datos del MODIS 2007, los bosques representan el 44.3% de la extensión total de los países centroamericanos sin México, cubriendo una superficie que varía a nivel nacional desde el 42% de Nicaragua hasta el 68% de Belice, con la sola excepción del EL Salvador, donde solamente le 8.7% de las tierras son cubiertas con bosques.

En su distribución espacial, los bosques de Centroamérica coinciden en muchos casos con territorios que tienen el estatus de área protegida o que cuentan con una fuerte presencia o influencia indígena, en la administración de los mismos. A nivel de toda Centroamérica, el 36.6% de la masa de bosque está incluida en alguna área declarada protegida, porcentaje que se reduce considerando el aporte del sector mexicano en estudio, al 27.6%. Este promedio corresponde a una situación bastante uniforme entre los países, con al excepción del El Salvador, considerando que la extensión de bosque en área protegida varía entre un 28.5% de Nicaragua al 53.5% de Guatemala. Es decir que entre un tercio y la mitad de los bosques centroamericanos cuentan con un estatus legal que garantiza algún tipo de protección.

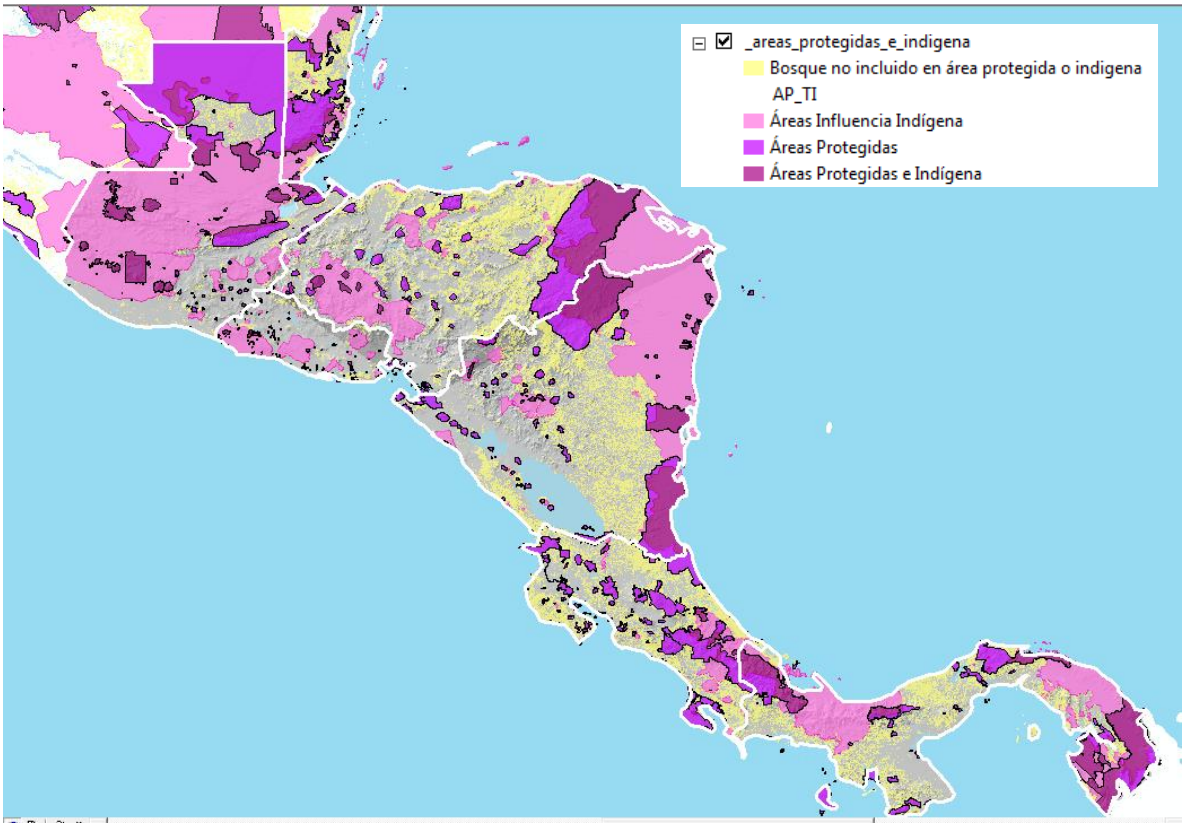
Por lo que se refiere a la influencia de la población indígena, los porcentajes son similares en total (39%), pero difieren en su distribución a nivel nacional. En Panamá, Guatemala y Nicaragua casi la mitad de los bosques quedan en áreas con presencia indígena, mientras que en Belize, El Salvador y Honduras estas se reducen a valores próximos a un tercio, y en Costa Rica solo representan el 13.3%.

También existen bosques que comparten estas dos condiciones, de tener estatus de área protegida e presencia o influencia indígena, pero representan en total sólo el 15% del total del bosque. Esta coincidencia espacial se da mayormente en Panamá (23.7%) y Nicaragua (18.5%), resulta alrededor del 10% en el resto de países y muy baja en El Salvador y Costa Rica, con valores próximos solo al 3% del total de las áreas de bosque.

**Tabla 7. Bosque en áreas protegida y en territorios con influencia indígena**

| | Tot País | Tot Bosque | Bosque /Pais | Bosque en Territorios Indígenas (incluye el traslape con AP) | | Bosque en Áreas Protegidas (incluye el traslape con TI) | | Bosque que se comparte en TI y AP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | miles de ha | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % |
| Belice | 2,216 | 1,506 | 68.0 | 459 | 30.5 | 685 | 45.5 | 157 | 10.4 |
| Costa Rica | 5,127 | 2,913 | 56.8 | 388 | 13.3 | 951 | 32.7 | 105 | 3.6 |
| El Salvador | 2,078 | 180 | 8.7 | 55 | 30.6 | 12 | 6.5 | 6 | 3.3 |
| Guatemala | 10,933 | 4,047 | 37.0 | 1,956 | 48.3 | 2,167 | 53.5 | 481 | 11.9 |
| Honduras | 11,290 | 4,855 | 43.0 | 1,617 | 33.3 | 1,548 | 31.9 | 705 | 14.5 |
| Nicaragua | 12,957 | 5,414 | 41.8 | 2,419 | 44.7 | 1,544 | 28.5 | 1,003 | 18.5 |
| Panamá | 7,856 | 4,336 | 55.2 | 2,168 | 50.0 | 1,540 | 35.5 | 1,027 | 23.7 |
| **Total CA** | **52,455** | **23,251** | **44.3** | **9,064** | **39.0** | **8,446** | **36.3** | **3,484** | **15.0** |

Fuente: CABAL 2010.




Bosque y áreas protegidas o con influencia indígena

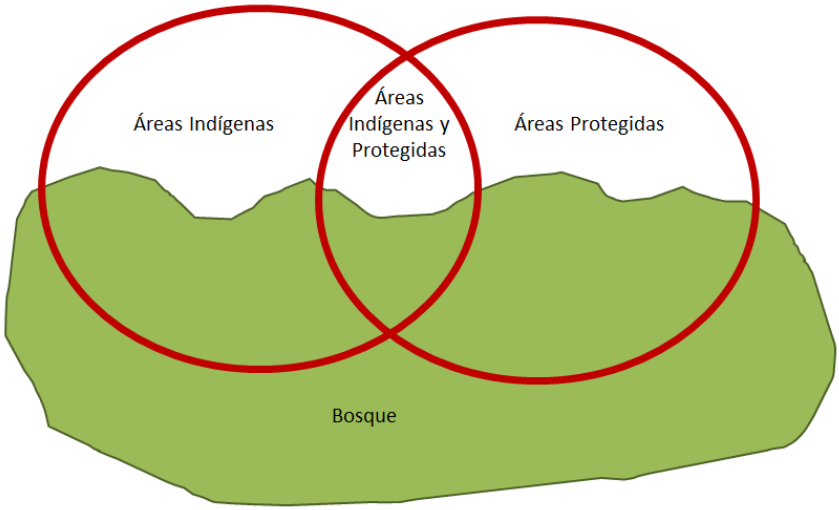
**Tabla 8. Porcentajes de Áreas protegidas y Áreas con influencia indígena con bosque**

| | Área de Influencia Indígena (sin incluir lo que se comparte con Ap) | | | Área Protegida (sin incluir lo que se comparte con TI) | | | Compartido entre Área Protegida e Indígena | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bosques | Total | AI-Bosque /tot AI | Bosques | Total | AP-Bosque /tot AP | Bosques | Total | AI+AP-Bosque /tot AI+AP |
| | miles ha | miles ha | % | miles ha | miles ha | % | miles ha | miles ha | % |
| Belice | 305 | 586 | 52.0 | 527 | 624 | 84.5 | 157 | 182 | 86.3 |
| Costa Rica | 245 | 324 | 75.6 | 846 | 1,147 | 73.8 | 105 | 122 | 86.1 |
| El Salvador | 49 | 491 | 10.0 | 5 | 34 | 14.7 | 6 | 24 | 25.0 |
| Guatemala | 1,469 | 4,501 | 32.6 | 1,685 | 2,439 | 69.1 | 481 | 991 | 48.5 |
| Honduras | 916 | 2,395 | 38.2 | 842 | 1,072 | 78.5 | 705 | 839 | 84.0 |
| Nicaragua | 1,415 | 2,956 | 47.9 | 539 | 880 | 61.3 | 1,003 | 1,340 | 74.9 |
| Panamá | 1,179 | 1,770 | 66.6 | 513 | 755 | 67.9 | 1,027 | 1,248 | 82.3 |
| **Total CA** | **5,578** | **13,023** | **42.8** | **4,957** | **6,951** | **71.3** | **3,484** | **4,746** | **73.4** |

Fuente: CABAL 2010

La tabla 8 reporta la cantidad de área indígena o área protegida o áreas con ambas características que se encuentra con bosques. Es decir, en Belice, existen 586mil ha de Área Indígena, de los cuales 305mil son bosques (=52% de las AI son bosques). También existen 624mil ha de áreas

protegidas, de los cuales 527mil son bosques (=84% de las AP son bosques). Si consideramos las áreas de bosque que se comparten entre ambas categorias, estas son 182mil ha, de las cuales 152mil son bosques (=86% de las AP yAI son bosques).




Resulta interesante analizar los porcentajes de cambios que se detectan, en el análisis de cambios de cobertura (Land Cover), en estos ámbitos territoriales. Confrontando los cambios de cobertura en las dos diferentes tipologías de áreas, se observa que en general en las áreas de influencia indígena se ha dado un mayor porcentaje de aumento de la cobertura vegetal, en mucho casos muy superior a lo que se detecta en las áreas protegidas.

En Guatemala, por ejemplo, el 17.9% de los territorio indígenas está regenerándose (al neto de lo que se pierde), vs. solo el 3.5% de las áreas protegidas, así que, en relación a las áreas totales, la regeneración ocurre 5 veces más en los territorios indígenas. El Altiplano occidental se destaca como la zona de influencia indígena donde más se observa aumento de cobertura vegetal.

En Belice la situación es similar, con 3.5% de territorios indígenas en regeneración vs el 0.69% de AP, o sea 5 veces más. Los territorios donde se evidencia esta regeneración son los de influencia Kekchi (Q'eqchi') en el Sur y Yucatec/Itza' e el Norte. En El Salvador es todo lo contrario, es decir que el saldo es de 1.4% en favor de las áreas protegidas, mientras que el cambio es negativo casi del 1% para las tierras con presencia indígena.

En Honduras el 2.4% de los territorios indígenas está regenerando su cobertura vegetal (al neto de lo que se pierde), mientras que en las áreas protegidas este saldo es negativo del 3.7%, así que la diferencias es evidente. Las tierras con aumento de cobertura se concentran en el territorio Lenca y Tolupan. En Nicaragua el saldo es negativo en los dos casos, sólo que la pérdida es mayor en las zonas indígenas de casi 3 veces.

En Costa Rica el saldo positivo de los TI es de 6.2% mientras que en las AP este saldo es del 9.7% respecto al total, por lo que no hay enormes diferencias. En Panamá del territorio analizado (las imágenes disponibles solo cubren una parte del país) la regeneración tiene un saldo positivo del 9.2% en territorios indígenas vs. la regeneración en AP que solo es del 1.9% (5 veces más), y se concentra en el territorio Ngoble, donde se evidencian también cambios negativos.

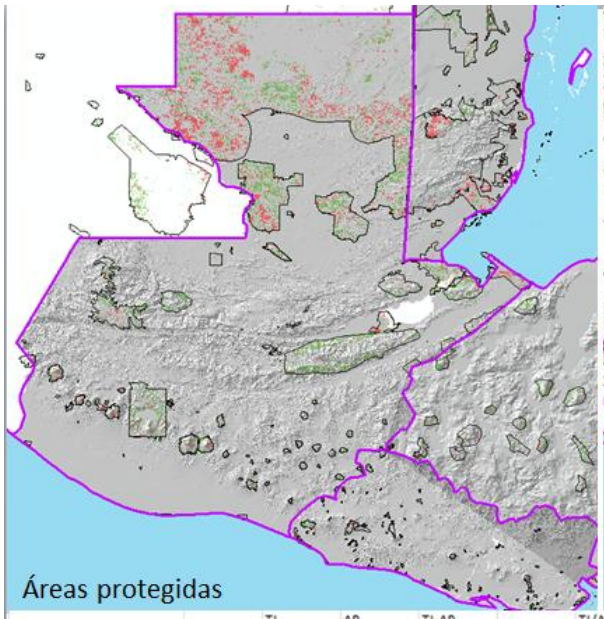
**Tabla 9. Confrontación de balance de cambios mayores del 15%2000-2005**

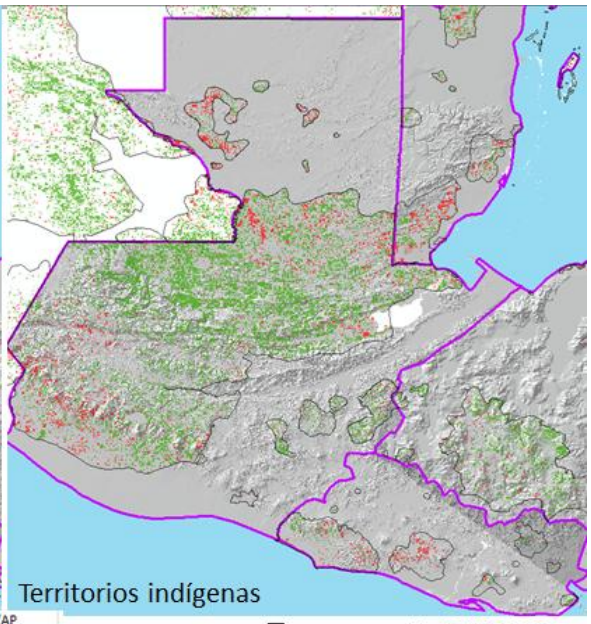
| | Área de Influencia Indígena | | Área Protegida | | TI-AP | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Belice | 26,171 | 3.54 | 5,525 | 0.69 | 20,646 | 2.86 |
| Costa Rica | 26,325 | 26,325 | 122,918 | 9.69 | -96,593 | -3.46 |
| El Salvador | -4,494 | -0.88 | 825 | 1.40 | -5,319 | -2.28 |
| Guatemala | 983,415 | 17.92 | 120,592 | 3.52 | 862,823 | 14.41 |
| Honduras | 75,389 | 2.43 | -71,879 | -3.76 | 147,268 | 6.19 |
| Nicaragua | -174,647 | -4.14 | -31,767 | -1.43 | -142,880 | -2.71 |
| Panamá | 120,487 | 9.20 | 37,858 | 1.89 | 82,629 | 7.31 |
| **Subtotal CA** | **1052,671** | **6.67** | **184,082** | **1.57** | **868,589** | **5.09** |
| México | 800,777 | 9.68 | 95,615 | 2.33 | 705,162 | 7.35 |
| **Total general** | 1853,448 | 7.70 | 279,687 | 1.77 | 1573,761 | 5.93 |

Fuente: CABAL 2010.

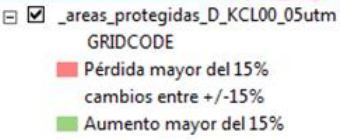
La dimensión de las áreas de influencias indígena pueda incidir en estos resultados, pero considerando que estas son solamente 1.5 veces la extensión de las áreas protegidas, esto no puede justificar una relación de cambios favorables casi seis veces mas en la primeras que en las segundas, a nivel de toda la región.

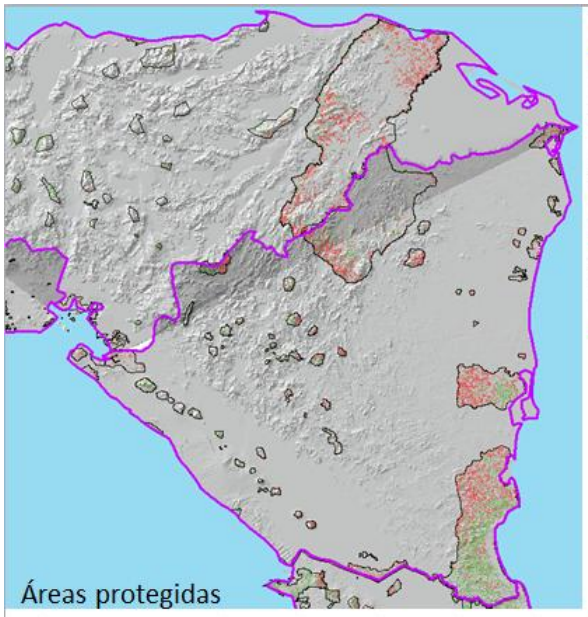
Es necesario estudiar con más detalle las dinámicas de cambio dentro de las areas protegidas y dentro de los territorios con influencia indígena para compreder estos resultados. Aunque las áreas con influencia indígena son supuestamente más pobladas, y en ellas se reflejan más las actividades agropecuarias, forestales y posiblemente de conservación relacionadas a la economía comunitaria y/o a proyectos de sostenibilidad, es necesario considerar los tipos de vegetación y las tasas de regeneración natural de estos ecosistemas.

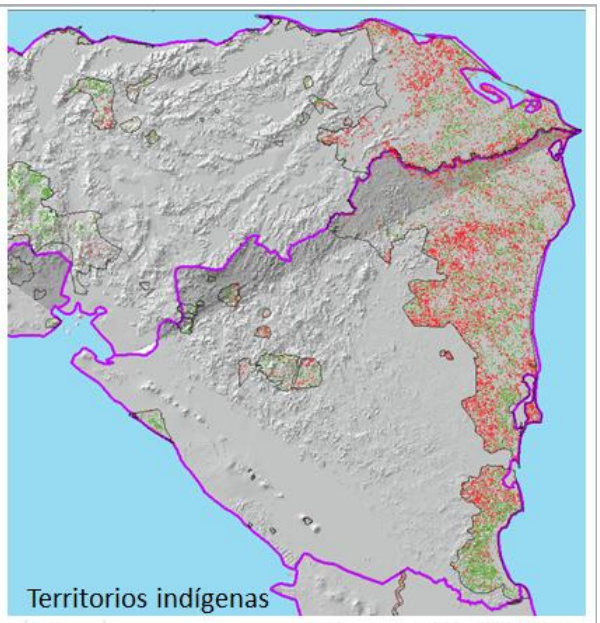


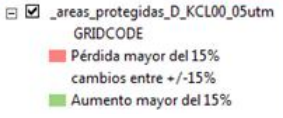

| | | TI | AP | TI-AP | | TI/AP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BELIZE** | ha | 26,171 | 5,525 | 20,646 | | 4.7 |
| | % | 3.54 | 0.69 | 2.86 | mejor TI | 5.2 |
| **GUATEMALA** | ha | 983,415 | 120,592 | 862,823 | | 8.2 |
| | % | 17.92 | 3.52 | 14.41 | mejor TI | 5.1 |
| **EL SALVADOR** | ha | -4,494 | 825 | -5,319 | | -5.4 |
| | % | -0.88 | 1.40 | -2.28 | mejor AP | -0.6 |

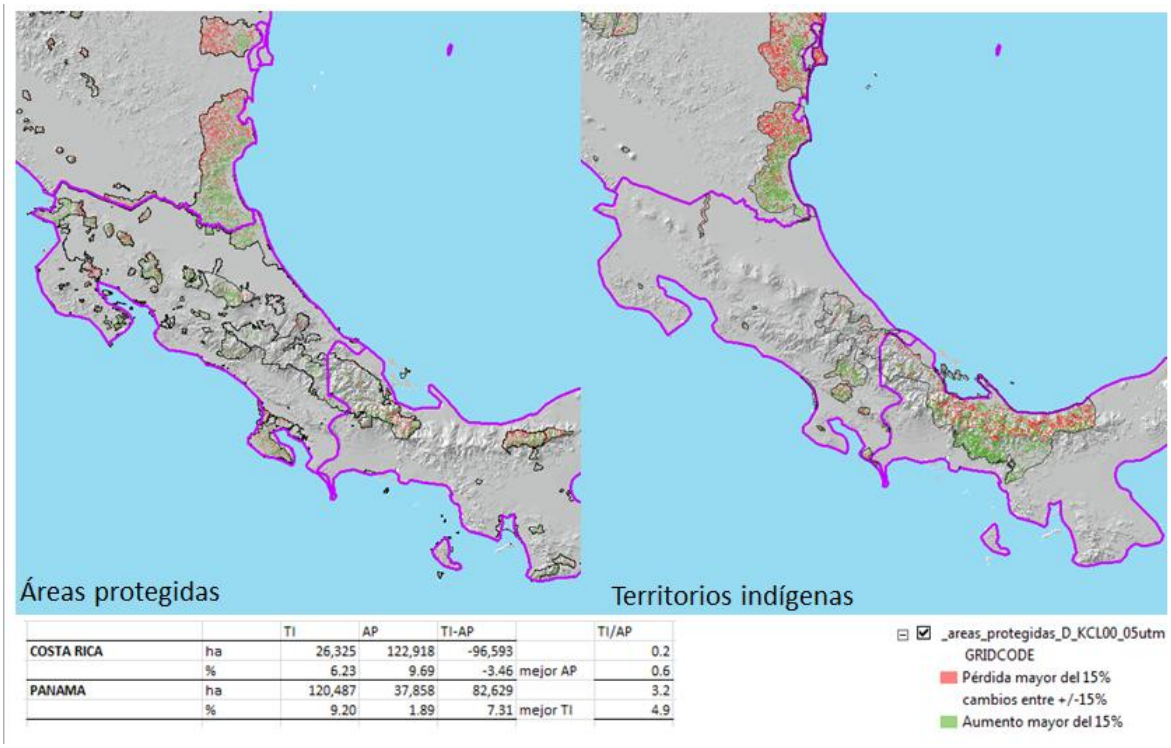



| | | TI | AP | TI-AP | | TI/AP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **HONDURAS** | ha | 75,389 | -71,879 | 147,268 | | -1.0 |
| | % | 2.43 | -3.76 | 6.19 | mejor TI | -0.6 |
| **NICARAGUA** | ha | -174,647 | -31,767 | -142,880 | | 5.5 |
| | % | -4.14 | -1.43 | -2.71 | mejor AP | 2.9 |

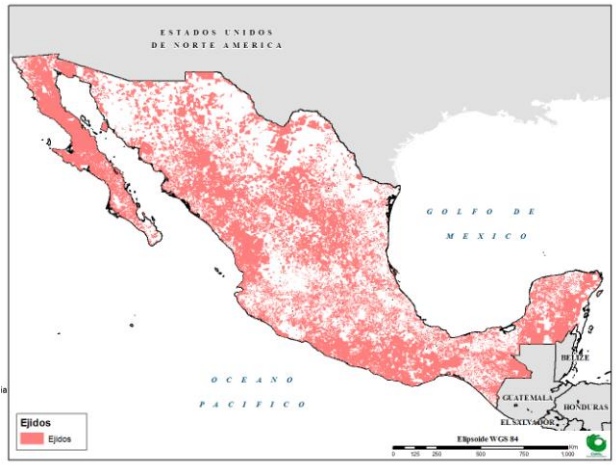


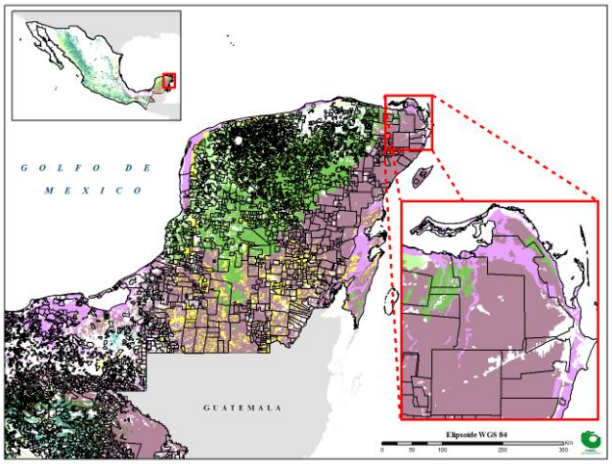


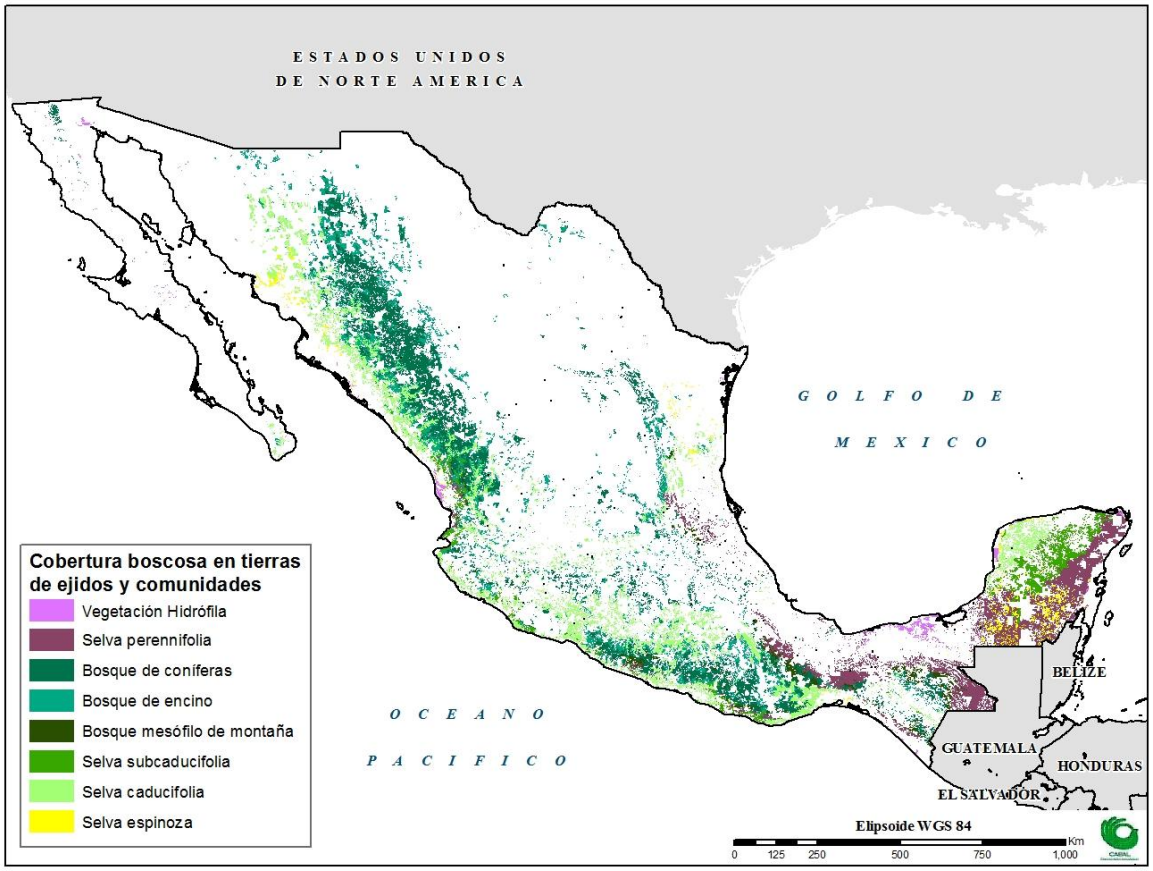

| | | TI | AP | TI-AP | | TI/AP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| COSTA RICA | ha | 26,325 | 122,918 | -96,593 | | 0.2 |
| | % | 6.23 | 9.69 | -3.46 | mejor AP | 0.6 |
| PANAMA | ha | 120,487 | 37,858 | 82,629 | | 3.2 |
| | % | 9.20 | 1.89 | 7.31 | mejor TI | 4.9 |

### 2.2.3 Bosque en tierras Ejidales en México

El 38% del territorio Mexicano correspondiente a 74.7 millones de hectáreas es manejado bajo un régimen social con 59.4 millones de hectáreas de Ejidos certificados y 15.2 millones de hectáreas de Comunidades certificadas. Este territorio cotiene aproximadamente el 50% de los bosques de México.





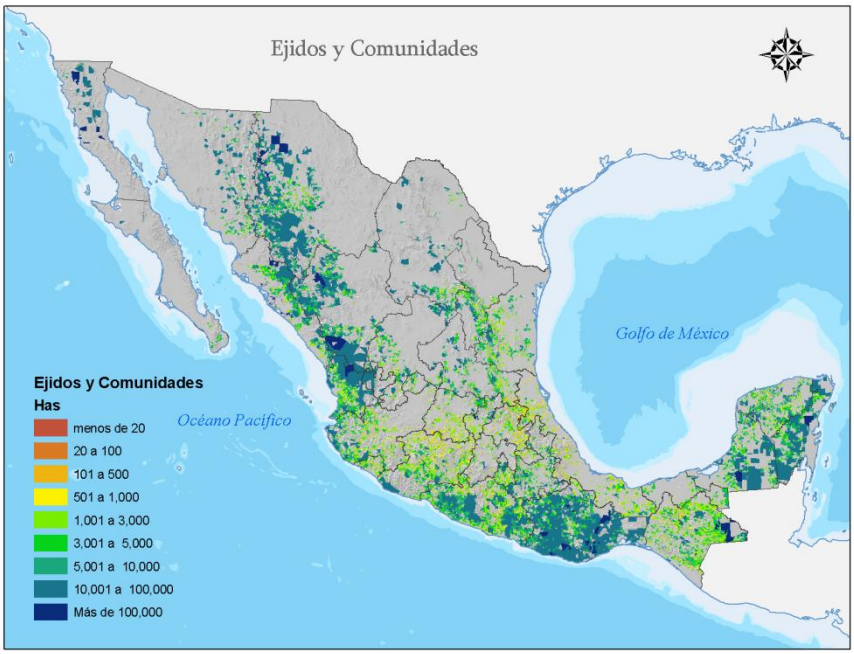

## Vegetación boscosa en tierras Ejidales

| EJIDO | |
|---|---|
| **Tipo de Bosque** | **Ha** |
| BOSQUE DE CONIFERAS | 5,203,149.80 |
| BOSQUE DE ENCINO | 4,418,365.05 |
| BOSQUE MESOFILO | 533,072.52 |
| SELVA CADUCIFOLIA | 4,698,225.22 |
| SELVA ESPINOSA | 784,588.50 |
| SELVA PERENNIFOLIA | 4,481,571.84 |
| SELVA SUBCADUCIFOLIA | 1,785,473.71 |
| **Total general** | **21,904,446.64** |

| COMUNIDAD | |
|---|---|
| **Tipo de Bosque** | **Has** |
| BOSQUE DE CONIFERAS | 3,731,365.13 |
| BOSQUE DE ENCINO | 2,432,043.22 |
| BOSQUE MESOFILO | 533,926.18 |
| SELVA CADUCIFOLIA | 2,327,620.23 |
| SELVA ESPINOSA | 150,637.47 |
| SELVA PERENNIFOLIA | 1,095,955.99 |
| SELVA SUBCADUCIFOLIA | 433,576.81 |
| **Total general** | **10,705,125.03** |

| | | |
|---|---|---|
| **Total Ejidos y Comunidades** | **32,609,571.67** | Fuente: CSMSS, 2010. |

El tamaño de propiedad de ejidos y comunidades varía de estado a estado, desde Guerrero y Morelos, en donde el 81 y 85% de los bosques y selvas son propiedad de Ejidos y Comunidades, hasta los estados de Baja California y Zacatecas, donde estos representan el 21 y 29% respectivamente.




Fuente: CSMSS, 2010.

Ahora bien, no todos los bosques Ejidales y Comunitarios están bajo un control comunitario ya que una área importante ha sido decretada como Area Nacional Protegida (ANP) y otra parte importante esta ahora muy deteriorada debido a incendios y el control territorial de los taladores y crimen organizado. Solamente entre unas 6 y 9 millones de hectáreas están bajo la administración y control comunitario. En un 60%, la extracción de madera es realizada por empresas que hacen el manejo del bosque en vez de la comunidad (esquema de rentismo).

La mayor parte de las comunidades con superficie arbolada es beneficiada por los diferentes programas de subsidio que desarrolla el gobierno federal; solamente el presupuesto de la CONAFOR para dichos programas rebaza ya los 500 millones de dólares anuales. Los programas gubernamentales son bien recibidos por las comunidades y el énfasis de estos son por lo general la reforestación, las plantaciones y el PSA ( Sergio Madrid, comunicación personal).

## 2.3 Análisis Espacial de Cobertura Boscosa actual: Macro regiones de Conservación en AP

En la revisión de literatura sobre zonas o regiones a nivel sub-nacional se ha analizado información sobre 19 bloques de áreas protegidas en los 7 países de Centroamérica. Para clasificar y comparar esta información se han seleccionado variables e indicadores que se han agrupado en 4 grandes ámbitos, que son:

- Ámbito físico-ambiental, donde se han agrupado datos ambientales relacionados a la extensión, características y evolución de la cobertura y uso del suelo, y potenciales naturales presentes en las distintas áreas. En particular aquí se han registrados las diferentes tasas de deforestación reportadas en la literatura para esas zonas.

- Ámbito socioeconómico, donde se han incluido factores de caracterización relacionado a la presencia y presión humana, como la población, el patrón de asentamientos, la presencia de infraestructura o las distintas actividades o potenciales económicos presentes en las zonas de bosques seleccionadas.

- Ámbito institucional, donde se han evidenciado los factores de gobierno del territorio, como la fragmentación administrativa, la presencia de planes de manejo, la presencia y nivel de organización de las asociaciones o comunidades indígenas.

- Ámbito de factores de cambio, resaltando la presencia de pagos por servicios ambientales, proyectos de REDD, disponibilidad de financiamiento y otros elementos que pueden constituirse en factores reales para el cambio hacia la conservación y la sostenibilidad de las actividades humanos en estos sectores de bosque.

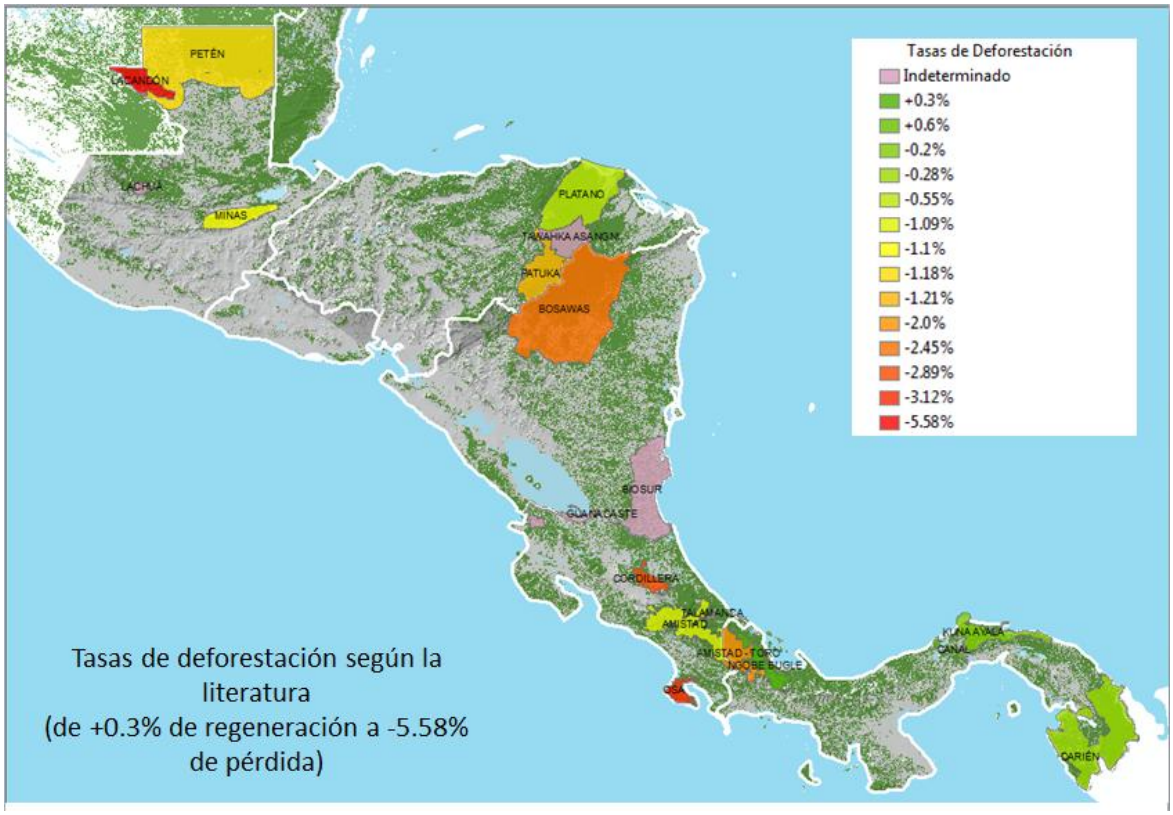
Para la definición espacial de estas áreas se ha utilizado en vía preliminar los límites de las áreas protegidas del sector, aunque se considera que no sean necesariamente estas delimitaciones los ámbitos espaciales más eficaces para aumentar la conservación y la regeneración vegetal. Sin embargo esto se justifica como categoría inicial de análisis porque la mayoría de los estudios toman como referencia estos mismos límites, así que no tendría sentido utilizar otras áreas de comparación. Esto no impide que posteriormente se puedan integrar a estos análisis datos que se refieren a los territorios con influencia indígena, o investigar las relaciones de los fenómenos espaciales con otros ámbitos territoriales relevantes, como son las cuencas hidrográficas o las delimitaciones administrativas.

Las tasas de deforestación más altas encontradas en la literatura corresponden a la península de Osa en Costa Rica y zona de Lacandón en México y Guatemala; seguidas por la Cordillera Volcánica Central también en Costa Rica y Bosawas en Nicaragua. También se identificaron zonas con tasas de cambio positivas debido a la regenración, estas son la cuenca del canal de Panamá y el territorio de la comarca Ngöbe Bugle también en Panamá.

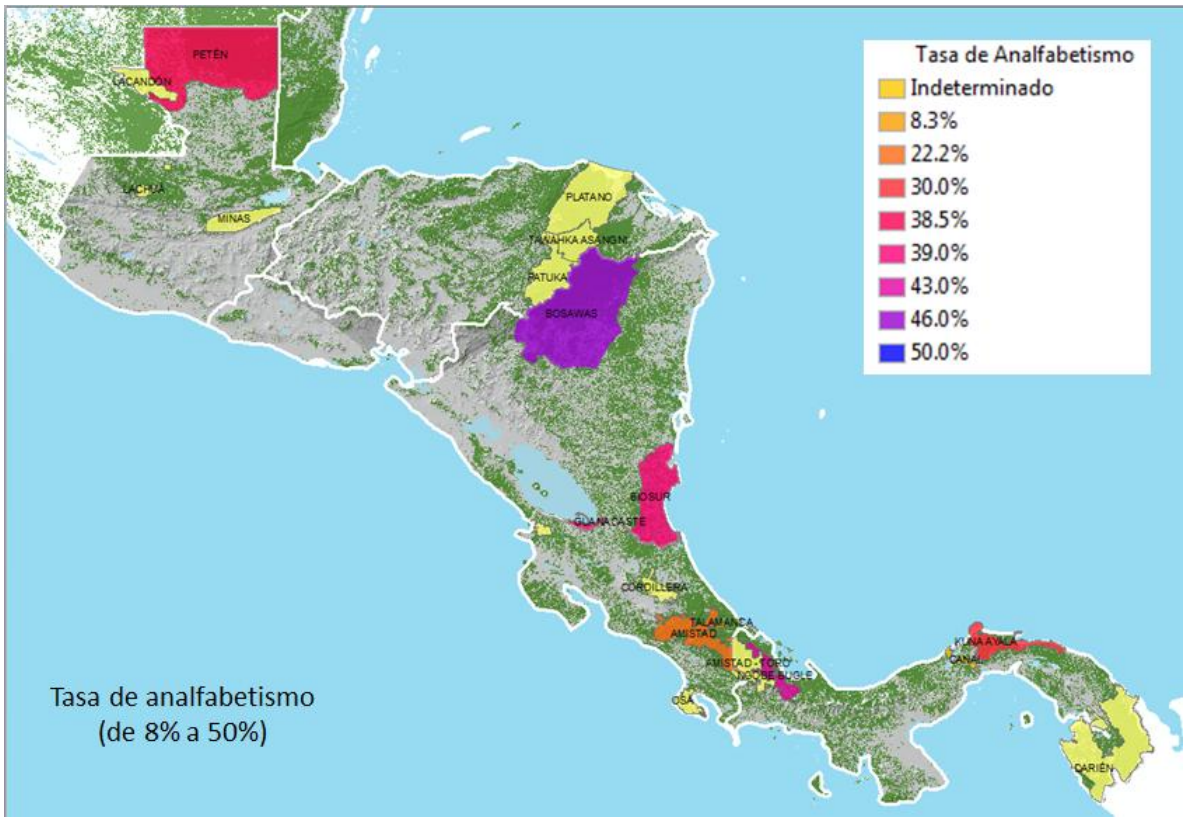
En cuanto al analfabetismo como indicador del aspecto social de las áreas en cuastión, los mayores porcentajes seun la literatura se presentan en la reserva de Bosawas en Nicaragua con una tasa de analfabetismo del 50%, seguido por la Comarca Ngöbe Bugle en Panamá y la Reserva de Biosfera del sureste de Nicaragua.

En el ámbito institucional se consideraron los tipos de concesiones forestales otorgadas como factor de caracterización del grado de derecho que ejerse la población sobre el área, siendo el Petén la zona donde las concesiones asignan mayores derechos de uso alos habitantes, seguidos por las reservas Rio Plátano y Tawahka en en Honduras y la Provincia de Darién en Panamá.

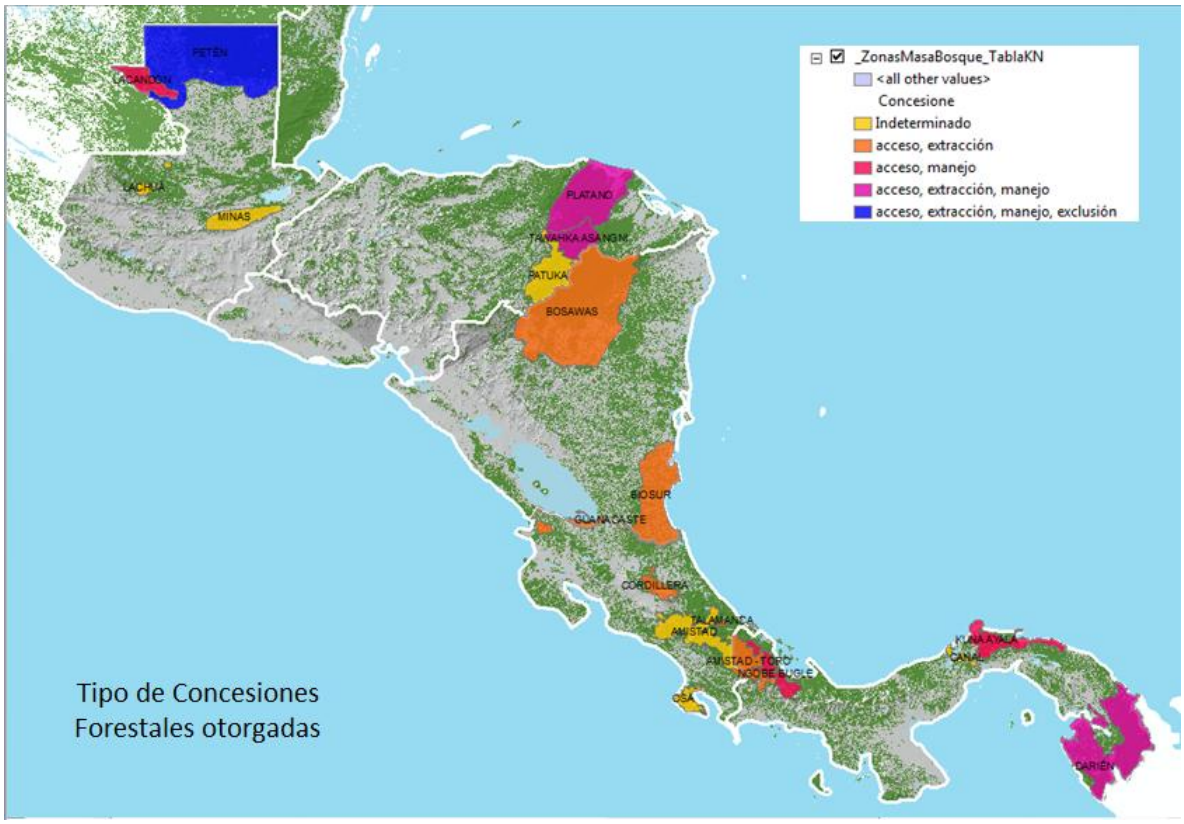
Se identificó también, a través de la literatura, el estado de avance de las iniciativas de REDD en estas áreas, destacandose nuevamente el Petén como la zona que presenta mayor progreso en la realización de mapeo de áreas especificas y mediciones de carbono para la elaboración de una línea base, seguido por el Altiplano Occidental, ambos en Guatemala y Bosawas en Nicaragua donde también se ha llevado a cabo el mapeo y medición de carbono.



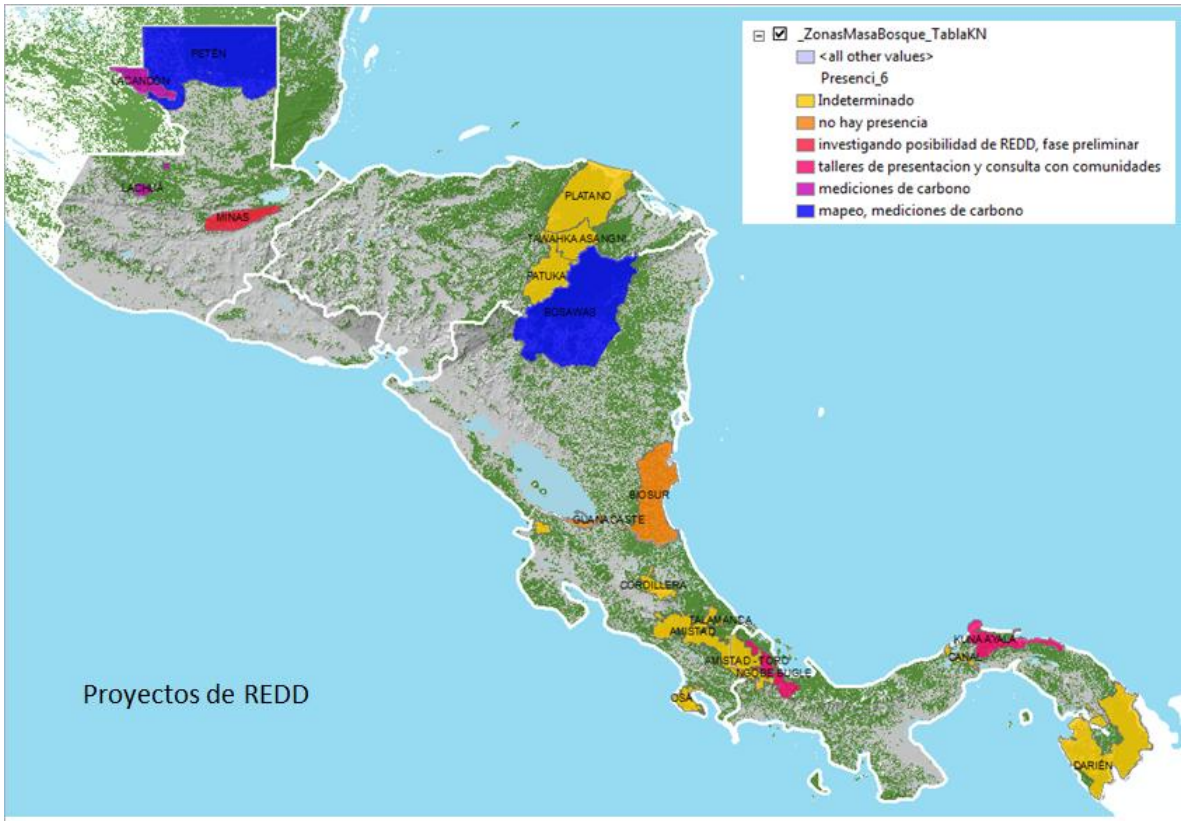

| Variable | Dimensión | Sub dimension | Indicador | Escala |
|---|---|---|---|---|
| Ámbito físico ambiental | Físico general | Extensíon | Extensión | km2 |
| | | Continuidad Espacial | Contigua a otras AP o masas de bosques | Si/no/ideterminado |
| | Cobertura del suelo | Estado Actual de la cobertura del suelo | Cobertura de Bosque | km2 |
| | | | % Cobertura de Bosque | % |
| | | | Tabla de Clases Marianita | ha |
| | | | Tabla de Clases Marianita | % |
| | | Evolución | Deforestación | % |
| | | | Degradación | % |
| | | | Cambios Marianita | % |
| | Potenciales de Transformación | Económicos | Potencial Agrícola | Si/no/ideterminado |
| | | | Potencial Minero u otro | Si/no/ideterminado |
| | | Naturales | Amenazas Naturales | Tipo |




| Variable | Dimensión | Sub dimension | Indicador | Escala |
|---|---|---|---|---|
| Ámbito socio-económico | Aspectos sociales | Población | Cantidad habitantes | Hab. |
| | | | Analfabetismo | % |
| | | | Pobreza | % |
| | | | Etnia indígena | Si/no/ideterminado |
| | | Asentamientos | Asentamientos | Numero |
| | | | Densidad Territorial | Hab./ha |
| | | | Tipo de Asentamientos | Concentrado / disperso |
| | | Red Vial | Red Vial | km |
| | | | Red Vial pavimentada | % |
| | Aspectos Económicos | Actividades económicas relevantes | Agropecuario (subsstencia) | Si/no/ideterminado |
| | | | Minería | Si/no/ideterminado |
| | | | Agro pecuario (nivel extensivo o agroindustrial) | Si/no/ideterminado |
| | | | Forestales | Si/no/ideterminado |
| | | | Turismo | Si/no/ideterminado |
| | | | Otras | Si/no/ideterminado |




| Variable | Dimensión | Sub dimension | Indicador | Escala |
|---|---|---|---|---|
| Ámbito institucional | Condición u estatus del Área Protegida | Tipo de Protección | Número de áreas protegidas | Número |
| | | | Tipo de protección | Completa/parcial |
| | | | Planes de manejo | No existe-no activo - activo parcialmente - activo |
| | | | Actores del manejo | Estado-ONG-privados-municipios-comunidad |
| | Aspectos administrativos | División administrativa | Nivel de fragmentación administrativa | Municipio, comarcas, comunidad |
| | | | Territorios indígenas | Noexiste- Noreconocds - reconcds parcialmente reconocidos |
| | | Organización. Comunitaria | Presencia de organizaciones comunitarias | Si/no/ideterminado |
| | | | Rol de organizaciones en uso y manejo | Si/no/ideterminado |
| | Aspectos jurídicos | Derechos de propiedad | Tipo prevaleciente de propiedad | Estatal-municipal-privada-comunitaria |
| | | | Oficialidad de propiedad | Con titulos - sin titulos |
| | | Derechos de uso | Concesiones otorgadas | Acceso-extracción manejo-exclusión-enajenación |
| | | | Sujetos de concesiones | Publico, privado, comunales, comuntrios |




| Variable | Dimensión | Sub dimension | Indicador | Escala |
|---|---|---|---|---|
| Factores de Cambio | Económicos | Sostenibilidad de usos agrícolas | Presencia de usos agrícolas sostenibles | Si/no/ideterminado |
| | | | Potencial de uso agrícola sostenible | Si/no/ideterminado |
| | | Sostenibilidad forestal | Presencia de uso forestal sostenible | Si/no/ideterminado |
| | | | Financiamiento disponible para Manejo de bosque | Si/no/ideterminado |
| | | | PSA | Si/no/ideterminado |
| | Instrumentos | Monitoreo | Presencia de monitoreo | Si/no/ideterminado |
| | | | Control forestal | Si/no/ideterminado |
| | | | Herramientas | SIG-cartografia-visitas |
| | | Planificación | Planes forestales | No existe-no activo - activo parcialmente - activo |
| | | | Planes de ordenamiento | No existe-no activo - activo parcialmente - activo |
| | Actores | Asociaciones forestales | ONG | Si/no/ideterminado |
| | | | Presencia de Asociaciones Forestales | Si/no/ideterminado |
| | | REDD | Presencia | Si/no/ideterminado |
| | | | Estado de avance | Mapeo-medición-línea base-propuesta-financiamiento |

# 3 Procesos de Deforestación y regeneración de Bosques

Como hemos dicho, al margen de los datos de FAO, las estadísticas que existen sobre los cambios en las áreas de bosques en toda la región son erráticas y contradictorias, y por consiguiente, las cifras sobre deforestación que se reportan en la literatura de instituciones públicas no tienen mucha credibilidad en la comunidad científica. Las referencias actuales más comunes que también se originan de datos de FAO, citan una pérdida anual de 350,000 hectáreas para Centroamérica (CCAD 2010, Galloway, G. 2007) y 250,000 para Mexico.

El principal acervo de información y conocimiento sobre los bosques de Centroamérica se ha generado con fines de conservación, vinculado con el corredor biológico Mesoamericano y en el Sistema de Áreas Protegidas de la región. Irónicamente, no existen estudios de alcance regional que brinden pistas de la magnitud e implicaciones de la deforestación para estas regiones de gran biodiversidad, que están altamente amenazadas. Hasta muy recientemente, el subsistema ambiental del SICA ha iniciado estudios diacrónicos[3] que aportarán información más precisa de los cambios en la cobertura vegetal de la región.

Contrario a la poca prioridad que el tema de deforestación ha tenido en la esfera pública, para la comunidad académica ha sido objeto de una amplísima gama de estudios e investigaciones, que ha tomado más relevancia en los últimos veinte años, por la importancia de los bosques en el contexto ambiental global. Un atolladero que ha complejizado las investigaciones sobre deforestación son las múltiples causales y relaciones que se han tratado de jerarquizar para un abordaje de raíz a la deforestación en países con bosques tropicales. Estos esfuerzos han producido un marco conceptual de alto valor para la interpretación de los fenómenos empujando la deforestación, pero han sido poco útiles para generar una acción colectiva de arreglos institucionales, políticos y económicos que encauce el rumbo. Una de las razones es que algunas veces, esta causas topan con agentes de influencia que muchas veces deforestan, avalados por políticas públicas.

En la revisión de literatura, si bien partimos de estos enfoques explicativos de la deforestación, nos hemos detenido más en la revisión de estudios sobre las dinámicas de los cambios de cobertura vegetal y uso de la tierra en la región, con el propósito de construir una visión de conjunto a partir de estos casos, que nos ayude a entender mejor cual es la resultante actual en el paisaje de estos procesos. En este análisis nos hemos auxiliado del estudio de cambio de cobertura de bosques (2000-2005), descrito en secciones anteriores.

3 El Subsistema ambiental del SICA (CCAD-CEPREDENAC-CRRH) ha contratado a CATHALAC, para que realice un valoración de los cambios en el uso de la tierra ocurridos en los últimos 30 años en la región que será publicado en diciembre del 2010.

## 3.1 Marco de Referencia: Causas y factores subyacentes de deforestación

Es comúnmente aceptado que la expansión agropecuaria, la explotación comercial de madera y la apertura de carreteras y caminos son tres de las principales causas de deforestación en América Latina (Laurance et al., 2002; Geist and Lambin 2001). La conversión de bosques en pastos es el cambio de uso de la tierra mas frecuentemente reportado en la literatura (Potvin 2006; Hecht, 1992; Kaimowitz and Angelsen, 2001). Como determinantes locales del cambio de uso de la tierra frecuentemente se citan factores de costo en el acceso al transporte, mercado, densidad de población, precipitación, fragmentación del paisaje y condicionantes de suelo - fertilidad, pendiente, profundidad (Mertens et al., 2002; Achard et al., 1998; Rudel y Roper, 1997; FAO, 2001a; Bilsborrow y Ogondo,1992; Wood and Porro, 2002; Rudel, 2005; Nelson et al., 2001; Hayes et al., 2002).

Se reconoce que muchos de estos factores actúan en cadena o simultáneamente, catalizados por factores más estructurales, que en la literatura se conocen como causas subyacentes o últimas de la deforestación. Geist y Lambin 2001, de un análisis que proviene de 152 estudios de caso, organiza cinco categorías de *underlyingcauses* (causas subyacentes) agrupando factores demográficos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales (socioeconómicos), en la línea de modelos previos que han generado agrupaciones o relaciones similares (Contreras y Hermosilla 2000). Angelsen y Kaimowitz 1999) ubican estas causas como *inmediatas* y definen como *underlyring causes* variables macroeconómicas e instrumentos de política.

En simbiosis con estos factores determinantes, un conjunto de agentes, usualmente heterogéneos y con diversos intereses, causa deforestación. Los motivos que llevan a estos agentes a tomar la decisión de deforestar, ha sido objeto de muchos estudios comparativos, resaltando recientemente la importancia de los incentivos económicos asociados con la conversión de bosques en agricultura (Lambin et., 2001). En Mesoamérica, esta simplificación deja por fuera el contexto histórico y los regímenes políticos que han moldeado la tenencia y uso de la tierra, no siempre con motivaciones económicas.

Rudel 2007, en un meta-análisis de 268 casos, siguiendo el camino de Geist y Lambin 2002, resalta la importancia del Estado y de las élites locales en el inicio de la deforestación, con procesos de colonización, alianzas geopolíticas e inversiones públicas en infraestructura, pero indica un giro en estos *drivers* con el surgimiento de los modelos neoliberales, que han significado un debilitamiento del rol del Estado y la conformación de "coaliciones de crecimiento" en los años 1990-2000, en un proceso dominado por agentes privados y agro-negocios, en alianzas con el estado y la banca, incluyendo algunas veces, actores locales y pequeños productores. La finalidad es la expansión agropecuaria y captura de mercados. La migración de trabajadores rurales y la intensificación de la agricultura conllevan también el abandono de tierras agrícolas para algunos productores, generando una incipiente transición forestal en algunas regiones. Como corolario de esta teoría, las decisiones tomadas a nivel local por los finqueros, y el rumbo de los agro-negocios, serán determinantes en los futuros patrones de deforestación.

Pacheco (2005) también identifica el auge de la agricultura comercial de mayor escala en las tierras bajas de Bolivia después de la liberalización económica, con el aumento de la

deforestación y un cambio en los agentes de la deforestación, pasando de colonos a agro-empresarios.

En la otra cara de la moneda, pero con intereses algunas veces coincidentes con la agricultura comercial, la agricultura campesina y de pequeña escala y las prácticas sociales y culturales de producción de las comunidades indígenas complejiza aún más el abordaje de la deforestación. En la literatura, han pasado de ser agentes principales de la deforestación (con factores determinantes de pobreza, marginalización, crecimiento poblacional y cultura) a practicantes de modelos más sostenibles en el uso de la tierra (Plumwood y Routley 1982; Fontaine 1981; Landly 1982; kidd y Pimentel 1992). La agricultura de barbecho, (llamada también slash and burn, shifting cultivation o swidden agriculture) es cada vez mas reconocida como sostenible en las condiciones en que se practica por comunidades indígenas (Meyers, 1992; Kleinman et al., 1995).

La agricultura familiar merece un abordaje más profundo por el peso y relevancia que tiene en toda Mesoamérica. De acuerdo a los censos agropecuarios, con la excepción de Costa Rica y el Salvador, más del 65% de los ocupados agrarios son trabajadores por cuenta propia o familiar. Hay condiciones contrapuestas para la expansión de la agricultura campesina. Por un lado, cada vez participa más en el mercado regional con la comercialización de café, leche, queso, hortalizas y frijoles y por el otro, las limitaciones de tierra, capital y el excesivo peso de la ganadería extensiva limita el desarrollo del potencial que tiene este tipo de producción agropecuaria (Bausmeister, comunicación personal).

Ausente en los estudios de deforestación es el análisis de la degradación de los bosques y la relevancia de estos procesos en la cadena de deforestación. Como factores principales se citan prácticas extractivas del bosque (leña, madera, biodiversidad) y la agricultura de subsistencia.

Este marco de referencia, aunque simplificado, recoge las principales escuelas de pensamiento existentes en la literatura sobre deforestación. La escuela tradicional, que pone el peso principal a factores demográficos, culturales y pobreza (crecimiento poblacional, prácticas agrícolas de roza y quema) y la escuela multi-causal, que propone interacciones más complejas, relacionadas con políticas públicas, instituciones y factores socio-económicos (Walter 1995). Entender el acoplamiento y el peso de estos factores y fuerzas determinantes en cada país es necesario para evaluar con mayor realismo la importancia o papel de REDD o REDD+ en la región.

Los resultados de esta investigación son coincidentes con estos resultados, al resaltar el enorme peso que tienen las políticas económicas en la generación de transformaciones y cambios en el uso de la tierra a escalas de paisaje.

Hemos identificado al menos tres procesos de relevancia ocurriendo en el período 2000-2005 en Mesoamérica:

1. Una fuerte activación del frente ganadero en Nicaragua, como resultado de políticas económicas de promoción de exportaciones y apertura de mercados de ganado en pie en Nicaragua. En este caso se demuestra que los productores, en especial los ganaderos, ya sea dedicados a la producción de carne o de lácteos, responden con mucha rapidez a los incentivos de precios, indicando que existe una elasticidad de oferta positiva, que produce

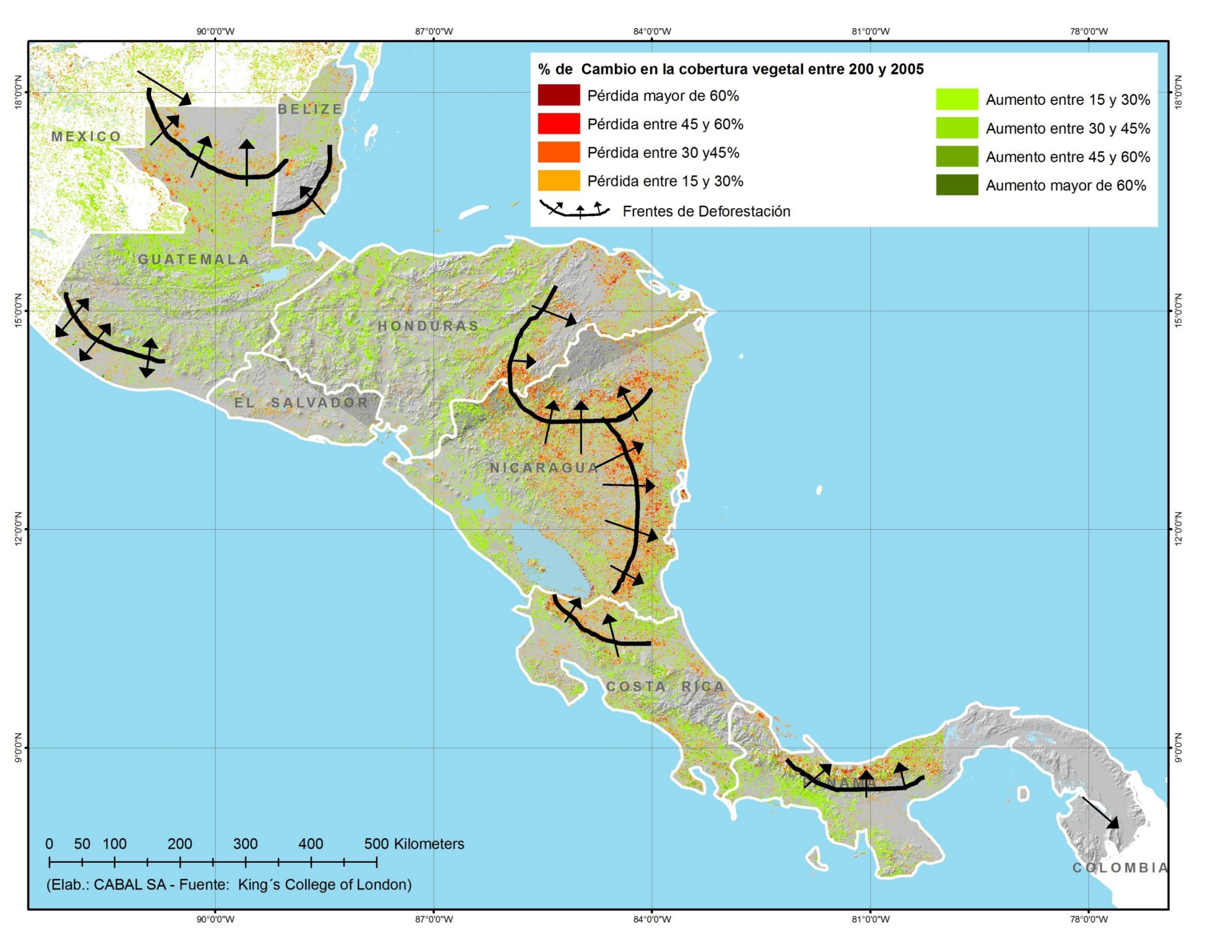
rápidos cambios en el uso de la tierra en respuesta al comportamiento de los precios de los bienes (en este caso ganado) que en ella se producen. El rápido crecimiento del mercado para exportación de ganado en pie, carne, queso y leche generó además de la reactivación de pastos en tierras históricamente ganaderas en Boaco y Chontales, una enorme ampliación de la frontera ganadera en las regiones del triangulo minero, Rancho Grande, Río Blanco, Bocana de Paiwas, Nueva Guinea y San Carlos .

2. Una transición forestal en Costa Rica y Panamá, con dos importantes particularidades, que están transformando los paisajes:

    - Una expansión del mercado de exportaciones de piña en Costa Rica, donde los empresarios vinculados con agricultura comercial respondieron rápidamente a estos factores de mercado, precios y tecnología durante el período estudiado, indicando también una elasticidad en la oferta, que ha significado cambios importantes en el uso de la tierra con la ampliación del cultivo de la piña para exportación. En este caso, la existencia de restricciones para la expansión de tierras, están ocasionando incluso, cambios de plantaciones de naranja por piña en el norte de Costa Rica.La ampliación de las áreas de piña en Costa Rica que pasó de 9,000 a 40,000 hectáreas en la zona norte, pacífico sur y caribe, con drásticos cambios de tecnología.

    - Los incentivos fiscales forestales de Panamá que han introducido plantaciones forestales de Teca en tierras ganaderas en la región central sur de Panamá, con sucesiones simultáneas de colonos abriendo frentes de deforestación e incorporando nuevas tierras al uso agropecuario documentados en la literatura

3. Procesos de degradación y regeneración de tierras ocurriendo en escalas significativas en México, procesos identificados desde hace varias décadas.


% de Cambio en la cobertura vegetal entre 200 y 2005
Pérdida mayor de 60%
Pérdida entre 45 y 60%
Pérdida entre 30 y45%
Pérdida entre 15 y 30%
Frentes de Deforestación
Aumento entre 15 y 30%
Aumento entre 30 y 45%
Aumento entre 45 y 60%
Aumento mayor de 60%
MEXICO
BELIZE
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
COLOMBIA
90°0'0"W
87°0'0"W
84°0'0"W
81°0'0"W
78°0'0"W
18°0'0"N
15°0'0"N
12°0'0"N
9°0'0"N
0 50 100 200 300 400 500 Kilometers
(Elab.: CABAL SA - Fuente: King´s College of London)

| Países | BELIZE | | COSTA RICA | | EL SALVADOR | | GUATEMALA | | HONDURAS | | NICARAGUA | | TOTAL CA sin panamá | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cambios** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** | **miles de ha** | **%** |
| Pérdida mayor del 60% | 0 | 0.00 | 3 | 0.06 | | 0.00 | 0 | 0.00 | 4 | 0.04 | 27 | 0.21 | 34 | 0.08 |
| Pérdida entre 45 y 60% | 3 | 0.14 | 27 | 0.53 | 0 | 0.00 | 11 | 0.10 | 51 | 0.45 | 191 | 1.50 | 283 | 0.64 |
| Pérdida entre 30 y 45% | 39 | 1.78 | 103 | 2.01 | 5 | 0.24 | 88 | 0.81 | 166 | 1.48 | 548 | 4.29 | 949 | 2.14 |
| Pérdida entre 15 y 30% | 127 | 5.78 | 435 | 8.50 | 93 | 4.53 | 588 | 5.39 | 669 | 5.95 | 1,485 | 11.63 | 3,397 | 7.67 |
| Pérdida entre 0 y 15 | 1021 | 46.49 | 1948 | 38.05 | 969 | 47.20 | 3,597 | 32.96 | 4,185 | 37.22 | 4,926 | 38.58 | 16,646 | 37.58 |
| Aumento de 0 a 15% | 765 | 34.84 | 1732 | 33.83 | 905 | 44.08 | 4,893 | 44.83 | 4,533 | 40.32 | 3,992 | 31.27 | 16,820 | 37.97 |
| Aumento de 15 a 30% | 194 | 8.83 | 632 | 12.35 | 79 | 3.85 | 1,464 | 13.41 | 1,357 | 12.07 | 1,245 | 9.75 | 4,971 | 11.22 |
| Aumento de 30 a 45% | 41 | 1.87 | 190 | 3.71 | 2 | 0.10 | 245 | 2.24 | 240 | 2.13 | 299 | 2.34 | 1,017 | 2.30 |
| Aumento de 45 a 60% | 6 | 0.27 | 45 | 0.88 | 0 | 0.00 | 28 | 0.26 | 38 | 0.34 | 54 | 0.42 | 171 | 0.39 |
| Aumento mayor del 60% | 0 | 0.00 | 4 | 0.08 | | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 5 | 0.01 |
| **Total general** | **2,196** | 100.00 | **5,119** | 100.00 | **2,053** | 100.00 | **10,914** | 100.00 | **11,243** | 100.00 | **12,768** | 100.00 | **44,293** | 100.00 |
| Total Aumento | 1,006 | 45.81 | 2,603 | 50.85 | 986 | 48.03 | 6,630 | 60.75 | 6,168 | 54.86 | 5,591 | 43.79 | 23,288 | 52.58 |
| Total Pérdida | 1,190 | 54.19 | 2,516 | 49.15 | 1,067 | 51.97 | 4,284 | 39.25 | 5,075 | 45.14 | 7,177 | 56.21 | 21,605 | 48.78 |
| **Balance** | **-184** | -8.38 | **87** | 1.70 | **-81** | -3.95 | **2,346** | 21.50 | **1,093** | 9.72 | **-1,586** | -12.42 | **1,683** | 3.80 |
| Aumento mayor del 15% | 241 | 10.97 | 871 | 17.02 | 81 | 3.95 | 1,737 | 15.92 | 1,635 | 14.54 | 1,599 | 12.52 | 6,164 | 13.92 |
| Pérdida mayor del 15% | 169 | 7.70 | 568 | 11.10 | 98 | 4.77 | 687 | 6.29 | 890 | 7.92 | 2,251 | 17.63 | 4,663 | 10.53 |
| **Balance** | 72 | 3.28 | 303 | 5.92 | -17 | -0.83 | 1,050 | 9.62 | 745 | 6.63 | -652 | -5.11 | 1,501 | 3.39 |

Aumento/Pérdida de cobertura vegetal según datos de cambios de cobertura King's College of London

## 3.2 Nicaragua: un activo frente ganadero. Un tema que sigue vigente

Coincidente con el análisis que hace Rudel 2007 en relación a los drivers de la deforestación, en el período 2000-2005 se identifican cambios de pérdida en cobertura con impacto significativo en el paisaje en áreas donde la expansión ganadera en Nicaragua, la expansión del cultivo de piña en Costa Rica y la palma africana en Guatemala se ha desarrollado con el modelo corporativo de los agronegocios.

Usando datos espaciales del analisis de cobertura MODIS (Land Cover site) , CABAL identifica para el período 2000-2005 una activa frontera agrícola, que empuja un frente ganadero muy dinámico (ver mapa).

Esta frontera agrícola tiene características espaciales muy similares a la histórica expansión ganadera. Originalmente desde las áreas ganaderas de Chontales y Boaco, hasta Nueva Guinea, el Rama y hacia el noroeste hasta Wawashan y hacia el sureste hasta San Carlos. Sin embargo, los agentes que empujan este frente han cambiado. La integración en el mercado regional de exportación de carne, leche y queso está dinamizando nuevamente este sector, ahora con mayor participación de pequeños y medianos productores según Jaap van der Zee et. al 2007, quien destaca que el 46.17% del territorio de Nicaragua está ocupado por la ganadería extensiva con ingresos brutos promedios entre solamente 110 – 135 dólares por hectárea.

Con la entrada en vigencia del TLC entre México y Nicaragua en Julio del año 1998, Nicaragua aceptó que la cuota de exportación de carne (5,000 TM) pudiera ser cubierta con ganado en pie. Esto significó un cambio importante en las reglas del sector, donde los mataderos de carne salieron bastante perjudicados, pero por el otro lado, los productores de ganado obtuvieron un mejor precio con la llegada de empresas mexicanas y la entrada en un mercado de novillos de grandes proporciones.

| PRODUCTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **AÑO** | **Carne de Bovino** | | **Ganado Bovino** | |
| | **Millones de Lbs/ Millones (US$)** | | **Miles de Cbzs/ Precio Prom. FOB (US$/Lb)** | |
| 1997 | 50.1 | 44.1 | 14.4 | 0.9 |
| 1998 | 40.9 | 37.6 | 25.0 | 0.9 |
| 1999 | 43.5 | 42.2 | 49.4 | 1.0 |
| 2000 | 50.1 | 52.3 | 72.1 | 1.0 |
| 2001 | 59.0 | 65.6 | 74.8 | 1.1 |
| 2002 | 69.4 | 78.0 | 64.5 | 1.1 |
| 2003 | 76.8 | 83.8 | 64.2 | 1.1 |
| 2004 | 92.0 | 110.4 | 89.7 | 1.2 |
| 2005 | 93.8 | 112.6 | 91.7 | 1.2 |

Fuente. Banco Central, Nicaragua

Adicionalmente, las exportaciones de ganado en pie a Guatemala han aumentado en los últimos dos años, pasando de 600 reses en 2003 a 40 mil en 2005. En el año 2007 se cambiaron otra vez las reglas, y el ganado que ahora se puede exportar a México debe tener como mínimo un peso de 350 Kg. Con esta normativa, se han disminuido las exportaciones de ganado en pie y se han aumentado las exportaciones de carne.

## Entrevistas realizadas por CABAL con productores de Ganado en Nueva Guinea

En ese momento (1999), con la entrada del TLC el precio del ganado era exactamente casi igual al que tuvimos el año pasado (2009), es decir valía 10 córdobas el kilo. El precio del ganado esta monopolizado es decir centralizado por los cuatro mataderos históricos. Cuando se abre el mercado de exportación en pie, los mexicanos comienzan a crear una mejor oferta de precio, y comenzó a subir el ganado desde 10 córdobas, en un período de 5 años, hasta 24 córdobas.

Entonces para un pequeño productor que generalmente está acostumbrado a mal vender sus terneros, la presencia de los mexicanos y después de guatemaltecos, dicen que son narcos, a nosotros no nos consta, mejoró sustancialmente el precio del ganado en pie. Los mexicanos en su convenio, yo les entregaba por ejemplo 150 novillos, y los veníamos a cargar aquí en Isapa, ellos tenían en renta una finca de 5 mil manzanas, y ese era el centro de acopio. De ahí a Puerto Sandino, en pie, en barco, para Mexicali. Allá los reciben, los implantan y los meten a un sistema de engorde tabulado, 60 kilos mensuales, es decir en 3 meses están destazando la res. Llegaban esos animales preferiblemente de 220 kilos.

Entonces la presencia de los mexicanos, una empresa grande en Nicaragua haciendo acopio de ganado, movilizó unas redes grandísimas hacia adentro de la montaña de compra y venta. Y se comenzó por primera vez en Nicaragua a ocupar la pesa, la báscula, aquí nadie te vendía un animal pesado, en fecha te estoy hablando de 1999 hasta el 2007 que estuvieron los mexicanos. Ellos estaban sacando hasta 35 mil novillos al año. Pero los datos hay que revisarlos. Generalmente se manejan de uno o dos animales por manzana, entonces eso tuvo un impacto grande en el despale.

Por otro lado, el gobierno de Arnoldo Alemán metió un programa de 75 mil vaquillas al país. Entonces pasamos de 2 millones de cabezas de ganado a 5 millones actualmente y algunos dicen que hasta hay 7 millones, más que personas. Volvimos a la época en que se llevaban los censos de personas con el censo de ganado. Entonces la ganadería se expandió especialmente hacia esos frentes, **que fue Matiguás, Río Blanco, Mulukukú, Bocana de Paiwas, Camoapa, el Ayote, Santo Domingo, Nueva Guinea**, que son las zonas ganaderas por excelencia. Entonces además que se incrementó con una inyección de 75 mil vaquillas, de las cuales se robaron 16 mil según dicen las estadísticas, eso hizo presencia y es lo que permite que Nicaragua este a la cabeza de Centro América en la producción de lácteos y de carne. ¿Sabes cuánto cuesta producir un litro de leche en esa zona? Cuesta 20 centavos de dólar, ¿sabes cuánto cuesta en El salvador? 85 centavos de dólar, esta diferencial los subsidian los bosques, porque esta es ganadería extensiva y allá es ganadería intensiva. Entonces los salvadoreños se nos llevaron todo el queso y la leche y los mexicanos el ganado.

Entonces ahorita con la depresión de la ganadería porque salen los mexicanos del mercado, y el mercado venezolano no es lo suficientemente competitivo para resolver todas esas zonas, eliminan a los mexicanos y guatemaltecos que nos compraban el ganado pequeño, y nos dejan a nosotros como los finalizadores de la materia. Los que pueden llegar a eso son los más ricos, porque no hay capacidad de retener, se han descapitalizado un montón los pequeños productores. Ahora si vos te vas a analizar el tema del endeudamiento que hay de las micro financieras de ganaderos en rio Blanco, son miles. Entonces mientras estuvo ese mercado mexicano, en época respirando buen aire, se les pagaba, pero ahora en la ganadería hay miles de productores endeudados.

Pero los mataderos no han dejado de ganar, al contrario, ellos están ganando más porque están comprando ganado a escoger, y vendiendo a un precio, porque la carne no ha bajado en el mercado internacional, al revés hay demanda en el mercado mundial. El mercado de los mexicanos se cerró, pero nunca va a ser igual (en la pirámide de peso, arriba están los animales de 450 kilos y en la base 180 kilos, los mexicanos se llevaban la gran parte de 220 kg). Cerró porque desde aquí hasta Mexicali les costaba 200 dólares mover a un animal, se les incrementaron los costos. Ellos lograban ser competitivos porque compraban el maíz amarillo barato de los estados unidos, y con la reconversión del maíz al etanol se incrementaron los costos del maíz, acordate que la alimentación es básicamente el maíz. Entonces los mexicanos habían encontrado ganado barato en Nicaragua y el maíz barato de Estados Unidos, entonces juntaban las dos cosas en un ciclo. Cuando se incrementa de precio el maiz, y aquí en Nicaragua le ponen barreras a los mexicanos, ya de por si estos precios estaban mal, decidieron cerrar. Entonces ahora que están pensando abrir de nuevo, pero ya maquilar el ganado ellos aquí, con los mataderos locales. Supuestamente ahora en noviembre comienzan a abrir.

Entonces ¿Qué hubo aquí? Hubo una demanda importante de ganado, de exportación de ganado. Esto en cuanto a novillos, y en cuanto a carne se inició un proceso de modernización de plantas y certificación de

plantas de leche y pasamos del 2005 a estar exportando 25 millones a estar exportando en el 2009 120 millones de dólares de leche, esto fue violento. Superó las expectativas. Se pensaba que para el 2010 íbamos a estar exportando 75 y pasamos a 120 millones en menos tiempo. Me refiero al mercado de leche, los circuitos lecheros se mantienen pero el mercado de carne se deprimió tremendamente. Entonces lo que afecta al productor, más que todo es al criador, pero esto era violento.

Generalmente las fincas de ganado son sistemas de doble propósito y es un ganado de mala calidad, aquí más que todo los recursos naturales son los que sufren el mayor impacto, dentro de una ganadería floja, mala y de muy mala calidad y después por rendimiento. Entonces la gente necesita cada vez más áreas de pasto para mantener un hato que le puede llegar una vaquita por ejemplo del día que nació a los 24 meses de parida, aquí llega a los 36 meses. Esta falta de ineficiencia, esta improductividad nos mata.

La explicación que te damos a esa gran deforestación es que había una demanda importante de ganado en pie hacia México y Guatemala, El Salvador y Honduras. Los hondureños aquí nos venían a comprar ganado. Nosotros nos convertimos en exportadores de vaquillas, de torete, y además de una maquila importante de carne y también los lácteos incrementaron en los últimos 5 años, fue una cosa novedosa porque se certificaron plantas. Esto fue principalmente producto del TLC.

Los mexicanos son una empresa, Ganadería Biz, los Bizcarra, es una familia millonaria, son dueños de una cadena, gran consorcio, producen alimentos en México, tienen supermercados, tienen sus frigoríficos, sus mataderos, su red de distribución y exportan carne selecta al Japón, a Canadá, principalmente. Es carne de calidad. El problema es que el ganado de nosotros no da los cortes que demanda el mercado Europeo.

La empresa también se ha conocido por otros nombres, ganadería integral, últimamente cambio y se llama **Sukarne.**

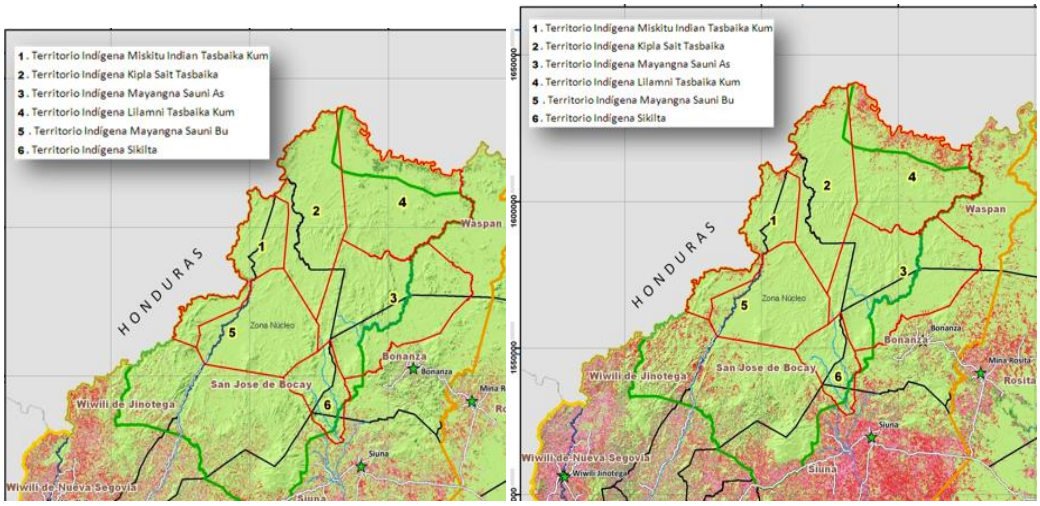
En otra dinámica, otros investigadores han estudiado en Nicaragua los cambios de cobertura vegetal ocurridos en la región autónoma del atlántico norte, especialmente en BOSAWAS. Estos estudios son de relevancia porque en Nicaragua, más de un 28% de los bosques existentes se encuentran bajo algún régimen de protección legal.

El modelo del país ha sido el de áreas protegidas con planes de manejo, que definen áreas núcleo exclusivas de conservación y zonas de amortiguamiento bajos diferentes usos. En los territorios indígenas de BOSAWAS, reserva decretada en el año 1991, el plan de manejo se realizó con la participación de la población mayagna y miskita de los territorios indígenas.

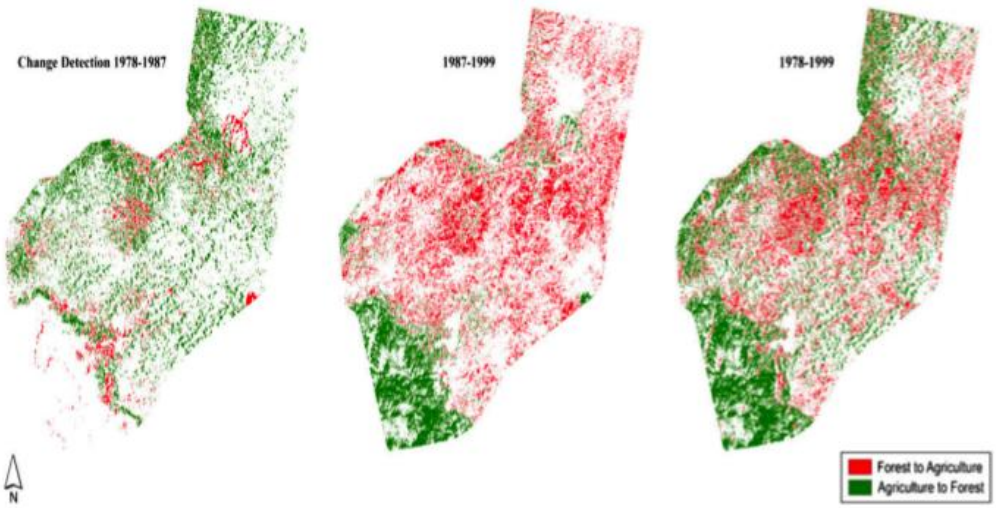
Jonathan Smith realizó en el año 2003 una evaluación de cambios en la cobertura vegetal para el período 1986-1995 en los territorios Mayagna Sauni Bas, Sauni Bu y Sauni As, Kipla Sait Tasbaika, Tasbaika Kum y Miskitu Indian para analizar el funcionamiento de las zonas de manejo. Como resultado, se identificaron tres procesos ocurriendo en todas las comunidades: de deforestación, regeneración y reconversión de bosques secundarios/rastrojos a agricultura, en todas las zonas, menos en las de conservación. El área en agricultura y rastrojo incrementó entre los dos períodos, dentro de las zonas delimitadas para ese uso. En ambos períodos las zonas de conservación se encontraron completamente cubiertas de bosques, implicando un buen funcionamiento de las áreas de amortiguamiento, por el adecuado tamaño de las áreas de agricultura que han permitido la práctica tradicional de agricultura de rozar y sembrar.

Mas recientemente, el proyecto MASRENACE/GTZ realizó un análisis multitemporal en los mismos territorios, de los años 1987-1999-2005 encontrando en concordancia con el estudio de Smith, el área núcleo de la reserva en buen estado de conservación hasta el año 1999, pero ya

en el año 2005 es evidente el avance de un frente de deforestación entrando por Jinotega y San José de Bocay en la parte suroeste, combinando una agricultura de subsistencia con pequeños y medianos en café, ganado y granos básicos.




Otros estudios de deforestación realizados por Esther Zeledón y Maggie Kelli 2008, para analizar retrospectivamente los cambios de cobertura vegetal y uso de la tierra en el sureste de Jinotega, desafían la existencia de una frontera agrícola en dirección este atravesando la región de Jinotega. Estos estudios concluyen que si la agricultura se tomó la región, los cambios más dramáticos se dieron antes del año 1978. Su investigación multitemporal 1978-1987-1999 concluye que el proceso dominante en la primera década fue una regeneración, posiblemente crecimiento secundario, con fragmentos de pérdida de bosques y aunque en el período 87-99 aumenta el área convertida a agricultura, el efecto neto es una ganancia de cobertura, con mayor vigor cerca del caso urbano (parte sureste de la imagen siguiente) coincidiendo este hallazgo con la ley de reforestación.



En efecto, los cambios más dramáticos en la conversión de bosques a tierras agropecuarias en Jinotega ocurrieron en los años 60 y 70 con la expansión del café y ganadería principalmente y ha sido ampliamente documentada la disminución de la deforestación en la década de los 80 por la guerra. Sin embargo, el avance de la frontera agrícola hacia la costa atlántica, aunque con distinta intensidad, ha sido un fenómeno vigente desde entonces.

La agricultura corporativa en Nicaragua es de vieja data, con negocios de azúcar, arroz, café, ganadería y cierta agroindustria. En los últimos 15 años se han instalado cadenas de alimento, pero importan la producción de cultivos no tradicionales de Costa Rica. Una variante ha sido las siembras de cítricos en la frontera sur con cierta integración en el procesamiento, pero todavía en comparación con Costa Rica, son operaciones de mediana y no gran escala (20,000 hectáreas). El cambio más notable es la ampliación de palma africana en Kukra Hill y El Castillo. En el caso de Kukra Hill, la primeras siembras se hicieron en tierras antes sembradas con caña, pero la ampliación, para llegar a las actuales 15,000 hectáreas, se ha realizado a costa de áreas significativas de bosques (opinión de expertos). Estas plantaciones son parte de un consorcio integrado para la comercialización de aceite, con siembras similares en Honduras y Guatemala.

## 3.3 Costa Rica: Una sólida transición forestal, pero sigue la transformación con cultivos no tradicionales

Costa Rica presentó niveles de deforestación muy altos entre las décadas de los años setenta y ochenta alcanzando tasas de hasta 66,000 hectáreas por año (ha/año).4. Posteriormente, descienden a poco más de 16,000 ha/año entre 1987 y 1997. Durante el período de 1997 al 2000, según estudio del Centro Científico Tropical,5 la deforestación experimenta una pérdida de cobertura forestal de 9,100 has equivalente a una tasa de pérdida de 3,000 ha/año. Esta pérdida de cobertura se focaliza en tres frentes: Península de Osa, Zona Atlántica y Norte.

El R-PP de Costa Rica provee una revisión de literatura sobre las causas de deforestación y posibles estudios, e identifica tres factores principales que determinan la deforestación: renta de la tierra; la maximización de ganancias sobre la tierra; y procesos socio-económicos. El abordaje es altamente técnico-económico, se utilizó un modelo econométrico (basado en: Walker, R. 2004. Theorizing land-cover and land-use change: the case of tropical deforestation. International Regional Science Review, 27, 3: 247-270) que toma como premisa que la rentabilidad de la tierra es la factor más importante en decisiones sobre su uso. Se presentan las tasas de deforestación categorizadas por régimen de propiedad (área de conservación, colectiva, parques, etc.) pero no se brinda ninguna proyección espacial de estas dinámicas.

Continuando con esta lógica, la investigación realizada por CABAL contribuye a llenar estos vacíos, al proporcionar datos de cambios de cobertura vegetal proyectados espacialmente, que ayudan a comprender mejor estas dinámicas de transformación de paisajes motivadas por la búsqueda de una mejor rentabilidad en el uso de la tierra.

Los datos demuestran que en efecto, Costa Rica se encuentra en una sólida etapa de transición forestal, donde hay mas ganancias que perdidas en las dinámicas de cambios de cobertura. Hay sin embargo, cambios importantes ocurriendo en los últimos años, en el desplazamiento de las zonas donde se están dando los mayores cambios, poniendo una fuerte presión en los bosques maduros y sistema de reservas y áreas protegidas. El proceso que está ocasionando estas transformaciones es la expansión en escala del cultivo corporativo de la piña de exportación.

Organizaciones ambientalistas han levantado voz de alarma por el impacto que los cultivos piña están ocasionando en los ecosistemas, avizorando una nueva edición del modelo bananero (Cudeca, 2006, Coecoceiba, 2008; Aseprola, 2010).

4 Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 1999. Breve descripción del estado de los recursos forestales de Costa Rica . San José: MINAE. Documento PDF-22 pags. Mayo de 1999

5 Sánchez A.,Foley S.,Hamilton S, Clavo J.C., Arroyo P., Jiménez V. 2002. Estudio de la Cobertura Forestal de Costa Rica con imágenes Landsat TM7 para el año 2000. San José: CCT, FONAFIFO,Laboratorio de Sistemas de Observación Terrestre (EOSL)-Universidad de Alberta, 13 pags, marzo del 2002

La producción de piña en Costa Rica alcanza en la actualidad 40,000 mil hectáreas y ocupa el segundo rubro agrícola de exportación, habiendo pasado la exportaciones de US$142 millones en el año 2001 a 484.5 millones en el año 2007. La expansión de este rubro se ha dado principalmente por grandes capitales en plantaciones extensas y tecnológicamente pujantes a diferencia de la producción histórica de piña en Costa Rica. Existen alrededor de 31 empresas que producen y 7 corporaciones que comercializan entre las que destacan Dole, Del Monte, FYFFES y Chiquita (Guillermo Acuña, 2006, Omar Salazar, 2010).

Los Chiles, Costa Rica

## 3.4 Panamá: Una incipiente transición forestal, con complejos cambios en la estructura de los bosques: las plantaciones de TECA

ANAM reporta una tasa de deforestación[6] de Panamá para el período 1992-2000 de 1.12% con una pérdida anual de 41,325 hectáreas. Sin embargo, un estudio más reciente, indica que en el período 2000-2008, la tasa de deforestación es de 0.4% con una pérdida anual de bosques de apenas 13,420 hectáreas. Las tasas de deforestación por provincias son muy variadas, siendo las provincias de Panamá 1.53%, Darién 1.75% y Ngobe-Bugle 2.72% las que tienen tasas de pérdida anual de bosques mayores. Aunque de acuerdo al último estudio realizado por CATHALAC en el año 2009 (todavía en revisión), estas tendencias se han modificado.

Varios investigadores han tratado de explicar las variaciones en la tasas de deforestación entre regiones. En un análisis geográfico de país, usando información demográfica y datos espaciales de cobertura de bosques[7] para el período 1992-2000, Wright S.J., y M.J. Samaniego 2008, relacionan los patrones de cobertura de bosques, con los usos históricos del suelo en Panamá. Las áreas que fueron deforestadas en el primer período de deforestación antes del año 1947, mostraron una vigorosa *transición forestal* en el período 1992-2000, con un incremento del 85% en bosques secundarios. En estas provincias, la población empleada en agricultura disminuyó en un 31%. Por el contrario, las áreas que tenían bosques primarios en el año 1947, si bien perdieron el 8% de la cubierta de bosques maduros, por la regeneración de bosques secundarios, no tuvieron cambios netos. Como resultado encontraron que aunque los bosques maduros disminuyeron en un 1.3% anual, la cobertura de bosques[8] aumentó en un +0.36% anual, sugiriendo una incipiente *transición forestal* en el país.

Los patrones de uso de la tierra históricos, la proporción de fincas sin título, un índice de pobreza o desarrollo humano, y la densidad de trabajadores agrícolas explican el 67% de variación de cobertura de bosques entre distritos (subdivisiones de las provincias), encontrándose la mayor concentración de bosques en las áreas menos pobladas con mayor pobreza.

En general, las provincias con mayor pobreza en Panamá, son igualmente las que tienen mayores tasas de deforestación. En estos territorios, las tierras deforestadas pasan principalmente a agricultura y ganadería de pequeña escala (Nelson et al 2001, Potvin et al 2008). Coincidentemente, algunas comarcas indígenas tienen los índices de pobreza más elevados y aunque han tenido altas tasas de deforestación, según los últimos estudios, estas tendencias están cambiando.

En la provincia de Darién, en el período 1987-1997, los principales cambios de uso de suelo se dieron a lo largo de la carretera Panamericana, hasta el límite con la comarca indígena Emberá (No.1), formalizada legalmente en el año 1983, mismo año de finalización de la carretera. El

[6] Considerando Bosques maduros únicamente

[7] Mapas disponibles en artículo de autor.

[8] Incluye bosques maduros, bosque secundario viejo y bosque secundario jóven (rastrojo) = < 5 años

estudio de Nelson et al 2001, analizando los cambios ocurridos, sugiere que las prácticas culturales de uso de suelo, junto con los derechos de propiedad efectivos, claramente hacen una diferencia en el paisaje resultante. Los resultados indican que una pérdida significativa de la cubierta forestal se hubiera producido si los derechos de propiedad fuesen retirados a la Comarca de Emberá (No.1). Por otra parte, los habitantes de la comarca Emberá (No.2) al oeste de la carretera, utilizan prácticas de cultivo que son similares a los usados por comunidades fuera de la comarca. Mientras los valores culturales y los derechos de propiedad ejercen un impacto significativo en el uso del suelo y la cubierta forestal en algunas partes del Darién, la investigación indica que la causalidad no es universal y depende de la ubicación. Asimismo concluye que la protección jurídica del Parque Nacional Darién parece haber hecho poca diferencia en el uso del suelo dentro del parque, por el difícil acceso, topografía y lejanía.

Con una mirada más focalizada en los cambios de cobertura boscosa en la frontera agrícola de la región de Bayano-Darién, Sean Sloan 2008, plantea una reconceptualización de los procesos de deforestación y revegetación, al afirmar que los cambios de cobertura forestal no solamente se han vuelto más complejos, sino también simultáneos, entretejidos por costos de oportunidad ascendentes en el uso de la tierra aprovechados por *nuevos agentes*. En esta región, a pesar de la disminución de población ocurriendo en la zona, simultáneamente, el área de pastos aumentó empujando la frontera agrícola por ganaderos, al mismo tiempo que plantaciones forestales de *Teca* se expandieron significativamente en áreas antes ocupadas por pastos y parcelas fueron dejadas en rastrojo, ante nuevas oportunidades de acceso a tierras para siembra en otros sitios. Esta revegetación con plantaciones que al mismo tiempo es parte de una dinámica antecedida con deforestación, es un tema de controversia entre ANAM y la comunidad ambientalista, alarmada ante el surgimiento de una transición forestal sin beneficios ambientales y sociales.

Si bien estas investigaciones ilustran la alta heterogeneidad en las dinámicas de cobertura boscosa, también revelan la temporalidad asociada con algunos patrones de uso de la tierra y la fuerte influencia de los patrones culturales. La fuerte revegetación de la tierra en áreas históricamente agropecuarias, se explica en la literatura en parte por la disminución de más de 500,000 hectáreas de agricultura, la inserción de jornaleros agrícolas en la economía de servicios y con el aumento de las áreas en plantaciones forestales (70,000 hectáreas hasta el año 2008). En contraste, la agricultura de subsistencia aumentó del 7.5 al 10.9% del territorio nacional, lo que estaría explicando la agricultura de barbecho (shifting cultivation) que todavía convierte bosques en parcelas y pastos (Fischer and Vasseur, 2000; Potvin, 2005).

El reconocimiento de que los bosques secundarios y la vegetación de transición juega un papel fundamental en la generación de servicios ambientales, recientemente, ha aumentado el interés en valorar las reservas de carbono en estos tipos de vegetación, con la hipótesis de que el carbono almacenado puede ser liberado en el corto plazo por la dinámica de los sistemas tradicionales de producción, que rotan las parcelas en barbecho y que queman el rastrojo después de varios años, o en su defecto, puede significar beneficios ecológicos y económicos significativos para familias rurales, de ser manejado adecuadamente (CATIE). Tschakert et.al 2006, en un estudio que analiza estas prácticas como medios de vida en la comunidad indígena de Ipetí-Emberá, indica que mejorar estos sistemas productivos con mayor intensificación de las parcelas, períodos de barbecho mas largos y manejo del bosque secundario para compensaciones de carbono requiere de decisiones que no toda la comunidad puede tomar, por diferencias significativas en recursos, estrategias de sobrevivencia y heterogeneidad en el manejo de las fincas entre la población. Si bien las tierras de la comunidad tienen un alto potencial en el secuestro de carbono, estimado entre 0.3 y 3 t C /ha/año, los investigadores

argumentan que los beneficios económicos derivados de estas iniciativas serían desigualmente distribuidos en la comunidad, siendo las familias con mayor diversificación e ingresos económicos, las que estarían en mejor posición para participar.

## 3.5 México: Una incipiente transición forestal, con procesos de degradación y regeneración de bosques

La literatura Mexicana sobre estudios que estimen las dinámicas de cambio de los bosques a otros usos, su expresión espacial y las variables socioeconómicas, politicas o institucionales que inciden en estos cambios es muy escasa. La mayor parte de los estudios no incluye un análisis de los factores causantes del cambio de uso del suelo (Bocco et. al, 2001). Mucha de la literatura revisada se ha enfocado en la prueba y descripción de los métodos de estudio de usos de la tierra y en la generación de cifras de cambio y tasas de deforestación (Masera et al.,2007; Mas et al.,2004; Sader et al., 1994; Chowdhury et al.,2004). Hasta muy recientemente, se están conduciendo estudios multitemporales de dinámicas de cambios de la cobertura vegetal, que estudian cambios desencadenados por procesos de deforestación y regeneración (Flamenco-Sandoval.,2007).

CONAFOR reporta una tasa neta de deforestación de 160,000 hectáreas para el período 2002-2007, que es la misma tasa reportada por FAO para el período 2005-2010. Estas cifras revelan cambios sustanciales en los patrones de deforestación históricos de Mexico reportados en los años 80[9].

La literatura identifica tasas históricas de deforestación en rangos que van desde los 370,000 a 1,5 millones de hectáreas por año (SARH 1991 (370); Repetto 1989 (460); FAO 1988 (615); Masera et.al 1992 (668); Castillo et.al. 1989 (746); Myers 1989 (700); Toledo et al 1989 (1500)). Estas discrepancias se acentúan aún más si se analizan por cada tipo de vegetación o para una región en particular (Velazquez et. al 2004). Una de las principales razones de variaciones en las estimaciones es la multiplicidad ecosistemas forestales, de criterios y definiciones de clases de vegetación usadas por los investigadores y escalas de trabajo (FAO 1990). En general, el 75% de los bosques que se pierden en México provienen de ecosistemas tropicales.

La subsecretaría de Recursos Naturales de México en junio del año 1998 estimó que los desmontes ilegales con fines de cambio de uso de suelo fueron responsables del 90% de la deforestación en México, con un mayor dinamismo en la región sur del país. En una evaluación de la tasa anual de deforestación para el período 1072-1990 (18 años), considerando tres inventarios nacionales forestales (1961-1985, 1991, 1992-1994) y comparando retrospectivamente la cartografía de suelos y la forestal de dos períodos, se calculó una deforestación anual de 230,000 hectáreas. Notoriamente, los cambios más relevantes fueron de degradación y fragmentación de bosques, afectando más de 1,300,000 hectáreas.

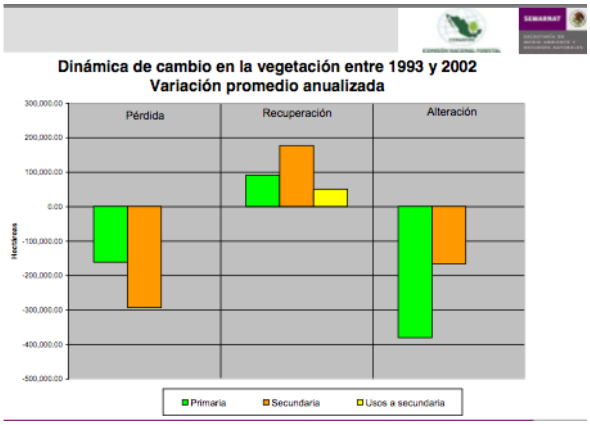
9 La proliferación de estudios coincide con los primeros inventarios forestales y con la generación de cartografía de vegetación y uso del suelo para todo el territorio mexicano por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

| TASA | NORTE | CENTRO | SUR | Prom.Nal. | Cambio Anual |
|---|---|---|---|---|---|
| DE CAMBIO TOTAL | 0.688 | 1.162 | 1.95 | 1.267 | 2,457,140 |
| DE DEGRADACIÓN | 0.47 | 0.641 | 1.03 | 0.714 | 406,080 |
| DE FRAGMENTACIÒN | 0.693 | 1.662 | 2.59 | 1.648 | 937,282 |
| DE DEFORESTACIÓN | 0.184 | 0.324 | 0.7 | 0.403 | 229,202 |
| DE RECUPERACIÓN | 0.067 | 0.179 | 0.07 | 0.105 | 59,717 |
| DE ABANDONO DE TIERAS AGROP. | 1.447 | 1.035 | 1.94 | 1.474 | 769,259 |

Fuente: Diagnóstico de la Deforestación. SEMARNAP, Junio 1998

Este proceso identificado por el INEP como fragmentación resulta con la tasa de cambio anual mas elevada, y es, de acuerdo a este estudio, el origen de la deforestación futura. Como conclusión, la deforestación es un proceso primero de degradación de la vegetación, para llegar a su fragmentación y por último a la eliminación total de la vegetación arbolada. Otro resultante importante de este estudio fue el fenómeno de abandono de tierras agropecuarias ocurriendo en la época, similar en las tres regiones del país.

Coincidente con estos hallazagos, mas recientemente, en las últimas dos evaluacioens de SEMANART, que tiene como mandato el estudio de la dinámica de cambio de la vegetación forestal del país, concluye que a nivel nacional, las alteraciones ocurriendo en los bosques y selvas son mucho más significativas que los procesos de deforestación. Las tasas de altaración para el período de 1993-2002 se calculan en 390,000 ha anuales.




Las gran variación de ecosistemas forestales en México y la diversidad de condiciones entre regiones limita el abordaje nacional de las dinámicas de cambios en el uso de la tierra. La mayoría de estudios se han concentrado en el trópico húmedo, en concordancia con el hecho de que cerca del 80% de la deforestación ocurre en el centro y sur del país (Masera, 1996). Estos estudios regionales sin embargo, arrojan importantes pautas para entender mejor las causas y los procesos de deforestación y degradación de bosques ocurriendo en México. Adicionalmente, estas regiones tropicales contienen las áreas de mayor biodiversidad biológica y han sido parte de estudios globales de *hot spots* de biodiversidad.

La Selva Lacandona ha sido una de las regiones más estudiadas en los úlitmos veinte años. Ortiz-Espejel y Toledo (1998) documentaron el proceso de deforestación en Las Cañadas, territorio de 600,000 ha que rodea la Reserva Integral de la Biófesfera Montes Azules, que es la zona más compleja social y biologicamente de la reserva, con una topografia que va desde los 200 msnm en el fondo de los valles hasta 2,400msnm en sus sitios mas elevados (Toledo y Carrillo, 1992). Esta región alberga grandes trasnsformaciones de tierra, por reforma agraria de los neolatifundios y por procesos de colonización. En el estudio comparativo de usos de vegetación 1970-1991 documenta que en una década de frontera agrícola, en la zona de estudio se deforestó una tercera parte del territorio, al pasar de una cobertura forestal de 74% a sólo un 41.4%, con una considerable reducción de la superficie forestal de alrededor 200,000 ha. Las elevadas tasas de deforestación significaron una pérdida de casi 22 millones de t C,

considerando los distintos tipos de vegetación. Mendoza (1997) al igual que Ortiz-Espejel y Toledo (1998) relacionó las tasas de deforestación para la selva Lancandona con parámetros demográficos y de infraestructura. Para el período 1984-1991, Medoza y Dirzo (1999) encontró una diferencia de seis veces entre las tasas de deforestación adentro de la Reserva.

Otro estudio conducido por ECOSUR y UNAM en la selva Lacandona y El Ocote para la misma época, confirman que en la parte norte y este de la selva, los bosques han disminuido sustancialmente y son objeto de un proceso de degradación y transformación a pastizales y agricultura principalmente. En cambio, en los Altos de Chiapas y montañas del norte se observa un proceso de restauración de bosques. En total, considerando el período de 1970-1996 se emitieron 135 millones t de C, disminuyendo la cantidad total de biomasa en el área de estudio. A como se documentan en otros estudios, la cercanía a carreteras y el aumento de la densidad poblacional son dos factores relacionados con el proceso de deforestación, aunque la transformación de áreas forestales perturbadas en pastizales se ha documentado en otros estudios y parece responder no sólo a la accesibilidad, sino también a la facilidad de remoción de este tipo de cobertura vegetal (Ben de Jong et al,2006).

Mas recientemente, Flamenco-Sandoval et. al 2007, en un estudio de toda la Selva El Ocote que analiza datos de dos períodos y entre 1986-2000, incluyendo tierras dentro y fuera de la Reserva, reporta que para toda el área de estudio la deforesatación continúa aumentando, la tasas de deforestación anual de los bosques maduros tropicales que han pasado de 1.2% (1986-1995) a 6.8% (1995-2000). Para ambos períodos, la tasa de deforestación fue considerablemente menor dentro de la reserva (0.21% y 2.54%) que fuera (2.15% y 12.4%), aunque, de acuerdo a los autores, las condiciones de acceso y topografía y no el estatus de area protegida sea el factor frenando el avance de la frontera agrícola. La conversión de bosque secundario a pastos y agricultura aumento seis veces entre ambos períodos. Estas trasnformaciones que impiden la regeneración a bosques maduros, tienen altas repercusiones negativas tanto por la pérdida de conectividad biológica como por las altas emisiones de $CO_2$. Los autores reportan que la deforestación en la Selva El Ocote es empujada por actividades de agricultura y ganadería, pero no es un proceso de una sola etapa. Responde a procesos complejos que pasan por varios estados transitorios después de deforestados, ya sea por abandono de tierras y futuras transformaciones, o por una reducción de los períodos de barbecho y el establecimiento de potreros.

Aunque las tasas de deforestación dentro de la Reserva todavía son menores que en el entorno, la presión que se ejerce sobre los bosques es importante. La conversión de tanto los bosques maduros como los secundarios a ganadería y agricultura impide la revegetación y amenaza la consevación de la Reserva. Considerando tres escenarios de uso futuro, entre un 29 y 86% de los bosques de El Ocote pueden desaparecer en los próximos 23 años (Flamenco-Sandoval et. al 2007).

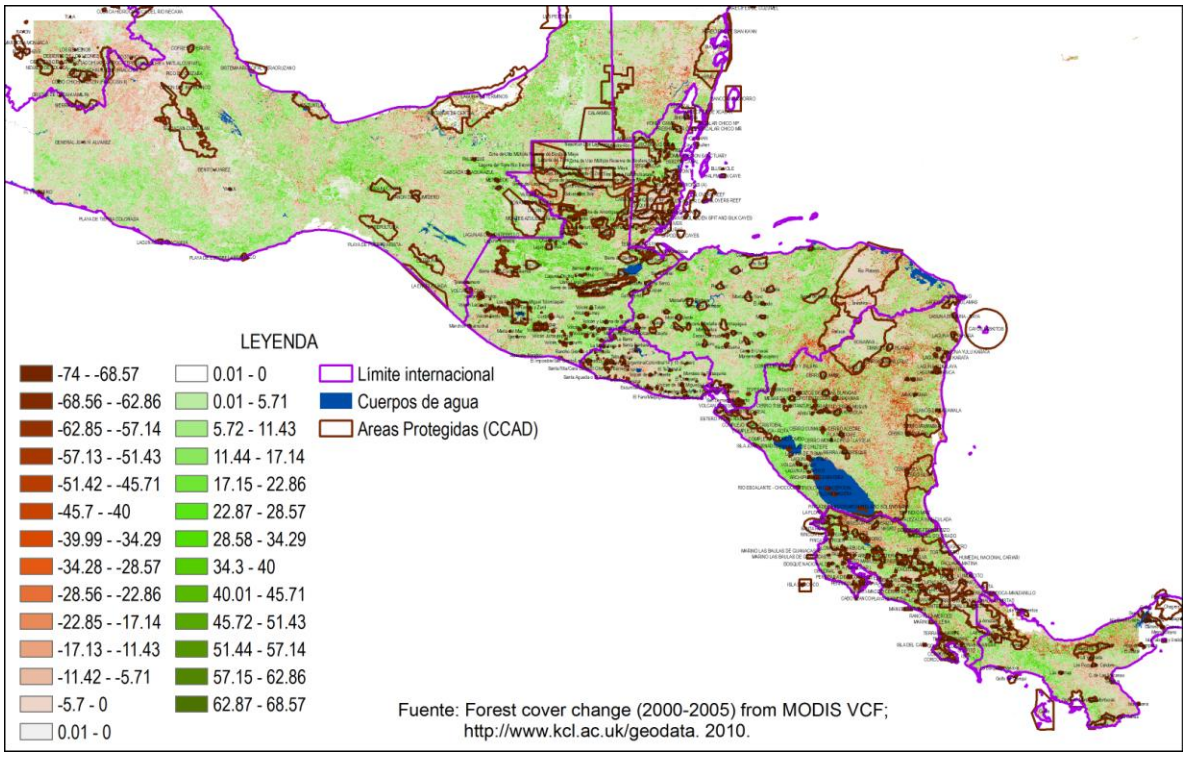
Enfocados en el Estado de Michoacán que contiene bosques templados y tropicales y donde también se han reportado los procesos más intensos de deforestación y degradación del país, Booco et. al (2001) reportan para el período 1975-1993 pérdidas de más de 800,000 ha de boque y selvas, con tasas de cambio del 1.8% y 1% anual respectivamente. Adicionalmente, un 20% de la superficie con bosques y selvas sufrió un proceso de degradación. Los principales cambios se dieron en zonas escarpadas, hacia bosques abiertos, usos productivos y asentamientos. Los investigadores concluyen que la hipótesis que sugiere cambios debido a la presión demográfica no opera en este caso, pues los cambios se dieron en zonas remotas, con

baja presión demográfica y sin generar actividades productivas alternas, indicando que los procesos han obedecido mas a falta de control de la actividad forestal.

Con una mirada puesta en las selvas de Quintana Roo y Campeche en la Península de Yucatán, Turner et.al 2001, analizaron los cambios de uso de la tierra ocurridos en los años 1987-1997. Esta región experimentó entre los años 1975-1990 tasas de deforestación anual de un 2%, que cayeron drásticamente a un 0.2% en los subsiguientes cinco años, debido a la crisis económica Mexicana (Cortina Villar et.al., 1999). Sin embargo la sucesión de vegetación no se ha mantenido estable, por un aumento en la tala del rebrote, impidiendo que la regeneración alcance una estructura y composición madura. En la actualidad la presión sobre los bosques resulta principalmente del proyecto turístico Mundo Maya que desarrolla infraestructura para turismo de gran escala, pero requiere de los bosques, y la demanda que ejercen los productores de chile, las milpas y los programas de fomento de ganadería. El estudio indica que es posible entender la dinámica básica que lleva a evaluaciones del cambio de la cubierta vegetal en la región, pero los modelos son muy sensibles a cambios importantes en la economía política regional.

Finalmente, de un analisis compartivo global de México 2000-2005 realizado por CCMSS (Septiembre 2009) para estimar el estado actual de los bosques mexicanos se evidencian las mismas tendencias encontradas en los estudios regionales, con una reducción en la pérdida neta de bosques y selvas, acompañada de una mayor expansión de las áreas dedicadas al pastoreo y a la agricultura. En este estudio comparativo, del análisis a nivel municipal, la deforestación neta se mantiene en la vertiente del Golfo de México, desde el sur de Veracruz hasta Tabasco y varios municipios de Chiapas, además de algunos puntos aislados en Tamaulipas, la Huaseca, Campeche y Yucatán (Chapela, 2009). Adicionalmente, de este análisis se ponen en evidencia zonas importantes de recuperación de la superficie forestal. Las más importantes son la Sierra Madre Occidental y el eje transversal. En segundo lugar, se puede distinguir una zona de recuperación forestal en Coahuila, el sur de Nuevo León y Tamaulipas, que se extiende hacia la Huasteca y Norte de Veracruz. Una tercera zona de recuperación se ubica en la península de Yucatán. Se puede distinguir una cuarta zona en la Mixteca y Tierra Caliente.

Estas tendencias de regevetación fueron también encontradas en un reciente análisis comparativo del mismo período 2000-2005 realizado por CABAL con datos del Land Cover Facility.


LEYENDA
-74 - -68.57
-68.56 - -62.86
-62.85 - -57.14
-57.13 - -51.43
-51.42 - -45.71
-45.7 - -40
-39.99 - -34.29
-34.28 - -28.57
-28.56 - -22.86
-22.85 - -17.14
-17.13 - -11.43
-11.42 - -5.71
-5.7 - 0
0.01 - 0
0.01 - 0
0.01 - 5.71
5.72 - 11.43
11.44 - 17.14
17.15 - 22.86
22.87 - 28.57
28.58 - 34.29
34.3 - 40
40.01 - 45.71
45.72 - 51.43
51.44 - 57.14
57.15 - 62.86
62.87 - 68.57
Límite internacional
Cuerpos de agua
Areas Protegidas (CCAD)
Fuente: Forest cover change (2000-2005) from MODIS VCF;
http://www.kcl.ac.uk/geodata. 2010.

## 3.6 Proyecciones futuras de cambios en la cobertura vegetal

El reciente interés en las dinámicas de uso de la tierra y el advenimiento de herramientas más amigables para interpretar imágenes satelitales ha llevado a una proliferación de modelos que proyectan el uso de la tierra bajo diferentes condiciones. En general, estos modelos usan factores de cambio contextualizados a cada región de estudio (Verburg et al., 2004; Briassoulis, 2000; Verburg and Veldkamp, 2004).

Para Centroamérica (exceptuando Belice y El Salvador), usando el modelo CLUE, T. Wassenaar et.al 2007, proyectó para el período 2000-2010 una pérdida de 2,445,000 hectáreas. Más de la mitad del área deforestada en la región ocurre por pastos expandiéndose en bosques (70%), el resto se debe a expansión de cultivos (30%). Aunque el modelo predice una expansión significativa de pastos en los bosques de la Biosfera Maya en la región norte del Petén, principalmente en el parque nacional Laguna del Tigre, en promedio, solamente menos de la mitad de la deforestación se ubica en los hot spots identificados (883 ha), mientras que el resto ocurre en otras áreas. Estos procesos más difusos de disminución de bosques secundarios que se predicen como dominantes para extensas áreas de la región (deforestación difusa) reiteradamente aparecen en la literatura como los cambios más relevantes ocurriendo en la actualidad. La pérdida proyectada por este modelo de 244,400 ha/año para el período 2000-2010 no difiere mucho de los últimos datos reportados por FAO para la región.

Usando el mismo modelo de CLUE, en el ámbito del estudio de la economía del cambio climático realizado por CEPAL, CATIE ha construido un escenario tendencial de cambio de uso de la tierra para el año 2100, usando como referencia el año 2005 y basado en los cambios, ha estimado el impacto en emisiones GEI. Como resultado, en uno de los dos escenarios, los bosques se reducen en un 30%, por demandas que incrementan el uso agropecuario hasta en un 62%. Casi todo el cambio ocurre hasta 2050, con riesgo de perder 45 Giga-toneladas del stock de carbono total, equivalente a 30% del stock registrado en 2005 (CCAD, 2009).

Una consideración del modelo es que dado que las zonas de bosque más fragmentadas han sido las más afectadas históricamente, es decir, las más amenazadas, el modelo "deforesta" primero estas zonas de bosque con mayor amenaza.

Sin menoscabo a la importancia de estos ejercicios de modelación, el alto riesgo a una sobre estimación de la deforestación futura es claro, por las limitaciones en la calidad de la información usada y la presunción de un desarrollo económico (demanda de la tierra) que sigue la tendencia histórica observada.

# 4 Estimación del Potencial de REDD en Mesoamérica

Según las últimas comunicaciones nacionales reportadas por país, las estimaciones netas de emisiones de GEI del sector UTCUTS para la región, excluyendo Belice, son de 89.5 Gg de $CO_2$, sin embargo, las emisiones brutas son de 228 Gg de $CO_2$. Estas emisiones repesentan el 4% del total emitido en los trópicos del mundo (5800 Gg $CO_2$). Aunque la incertidumbre con relación a estas cifras es grande, México y Nicaragua son los paises con mas emisiones de $CO_2$ por deforestación y degradación de tierras.

**Emisiones de GEI del sector UTCUTS**

| País | Año de referencia | Fuente | Emisiones totales en Gg | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Emisión de $CO_2$ | Absorción de $CO_2$ | Balance $CO_2$ | CO | $CH_4$ | $N_2O$ | $NO_x$ |
| México | 1990-2006 | INE-SEMANRNAT, Cuarta Comunicación Nacional ante la UNFCCC. 2009 | 69.777,6 | - | 69.777,6 | - | 12,26 | 0,54 | - |
| Guatemala | 1990* | MARN, Primera Comunicación Nacional ante la UNFCCC. 2001 | 3.244,55 | -42.903,727 | -39.659,17 | 42,84 | 4,90 | 0,034 | 1,22 |
| El Salvador | 1994 | MARN, Primera Comunicación Nacional ante la UNFCCC, 2000 | 4.649,34 | -718,70 | 3.930,64 | 4,53 | 0,52 | $3,6x10^{-3}$ | 0,13 |
| Honduras | 2000 | SERNA, Segunda Comunicación Nacional ante la UNFCCC. 2010 | 1.574,47 | - | 1.574,47 | 512 | 58,56 | 0,4 | 14,55 |
| Nicaragua | 2000 | MARENA-ONDL, 2008.Segundo Inventario Nacional de GEI. | 139.869 | -94.489 | 45.380 | 753,00 | 86,00 | 1,00 | 21 |
| Costa Rica | 2005 | IMN-MINAET, Segunda Comunicación Nacional ante la UNFCCC. 2009 | - | -366,7 | -366,7 | 60,0 | 6,93 | 0,05 | 1,72 |
| Panamá | 1994 | ANAM, Primera Comunicación Nacional ante la UNFCCC. 2001 | 8.902,5 | - | 8.902,5 | 522,31 | 59,69 | 0,41 | 14,83 |
| Total | | | **228.017,5** | **-138.478,13** | 89.539,3 | | | | |

* Se han realzado estimaciones para el Segundo Inventario correspondientes al 2000, sin embargo solo se tienen datos preliminares y están en revisión.

México y Centroamérica cuenta todavía con un importante reservorio de carbono forestal y el potencial de emisiones por cambios de uso de la tierra es significativo. Sólo México tiene 13,860 millones de t de C almacenado en sus bosques. Con las actuales tasas de deforestación reportadas por FAO (FRA2010), y asumiendo un promedio de densidad de carbono de 150 t/ha, indistintamente del tipo de vegetación, México en 10 años estaría emitiendo más de 231.1 millones de t de C por deforestación, equivalentes a 848.3 Mt $CO_{2e}$. Centroamérica, aunque tiene en conjunto un tercio de los bosques de México, tiene las tasas de deforestación mas altas de la región y por consiguiente, sus pérdidas neta de bosques son mucho mayores. Si la deforestación continúa a las tasas actuales, en 10 años se estarían emitiendo 353 millones de ton de C, equivalentes a 1,295 Mt $CO_{2e}$. Conjuntamente, esto representa 2.1 Gt de $CO_{2e}$.

A grandes razgos, de lograrse reducir la deforestacion de bosques en un 50% en 10 años, el potencial de mitigación de estos bosques y tierras con manejo forestal sostenible se calcula en más de 291 millones de t de C, equivalente a **1,071 Mt$CO_{2e}$**.

| País | Área Boscosa (1000 hectáreas) 2010 | Cambio anual en área boscosa (%) 2005-2010 | Área Boscosa (1000 hectáreas) 2020[1] | Cambio Anual en área boscosa con reducción del 50% | Área boscosa (1000 hectáreas) 2020[2] | Potencial de REDD (1000 hectáreas) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **México** | 64.802 | -0,2 | 63.261,1 | -0,12 | 64.031,5 | 770,5 |
| **Belice** | 1.393 | -0,7 | 1.298,9 | -0,34 | 1.346,0 | 47,0 |
| **Costa Rica** | 2.605 | 0,9 | 2.839,2 | 0,45 | 2.722,1 | -117,1 |
| **El Salvador** | 287 | -1,5 | 244,9 | -0,73 | 266,0 | 21,0 |
| **Guatemala** | 3.657 | -1,5 | 3.119,5 | -0,73 | 3.388,3 | 268,7 |
| **Honduras** | 5.192 | **-2,0** | 4.153,4 | -1,00 | 4.672,7 | 519,3 |
| **Nicaragua** | 3.114 | -2,1 | 2.457,6 | -1,05 | 2.785,8 | 328,2 |
| **Panamá** | 3.251 | -0,4 | 3.134,3 | -0,18 | 3.192,6 | 58,4 |
| **Total** | 84.301 | -0,5 | 80.407,5 | -0,23 | 82.354,3 | 1.946,7 |

[1] Área proyectada en base a los datos FRA 2010 y el cambio anual de bosque 2005-2010
[2] Área Boscosa calculada con la tasa de cambio reducida en 50%

En adición a la pérdida de bosques por drásticos procesos de deforestación, Mesoamérica pierde una cantidad importante de biomasa por procesos de degradación de bosques y tierras. Estas dinámicas de cambio de cobertura vegetal apenas comienzan a ser estudiadas, y por consiguiente, sólo hay estimaciones muy generales sobre las tasas de degradación en la literatura de México y Centroamérica.

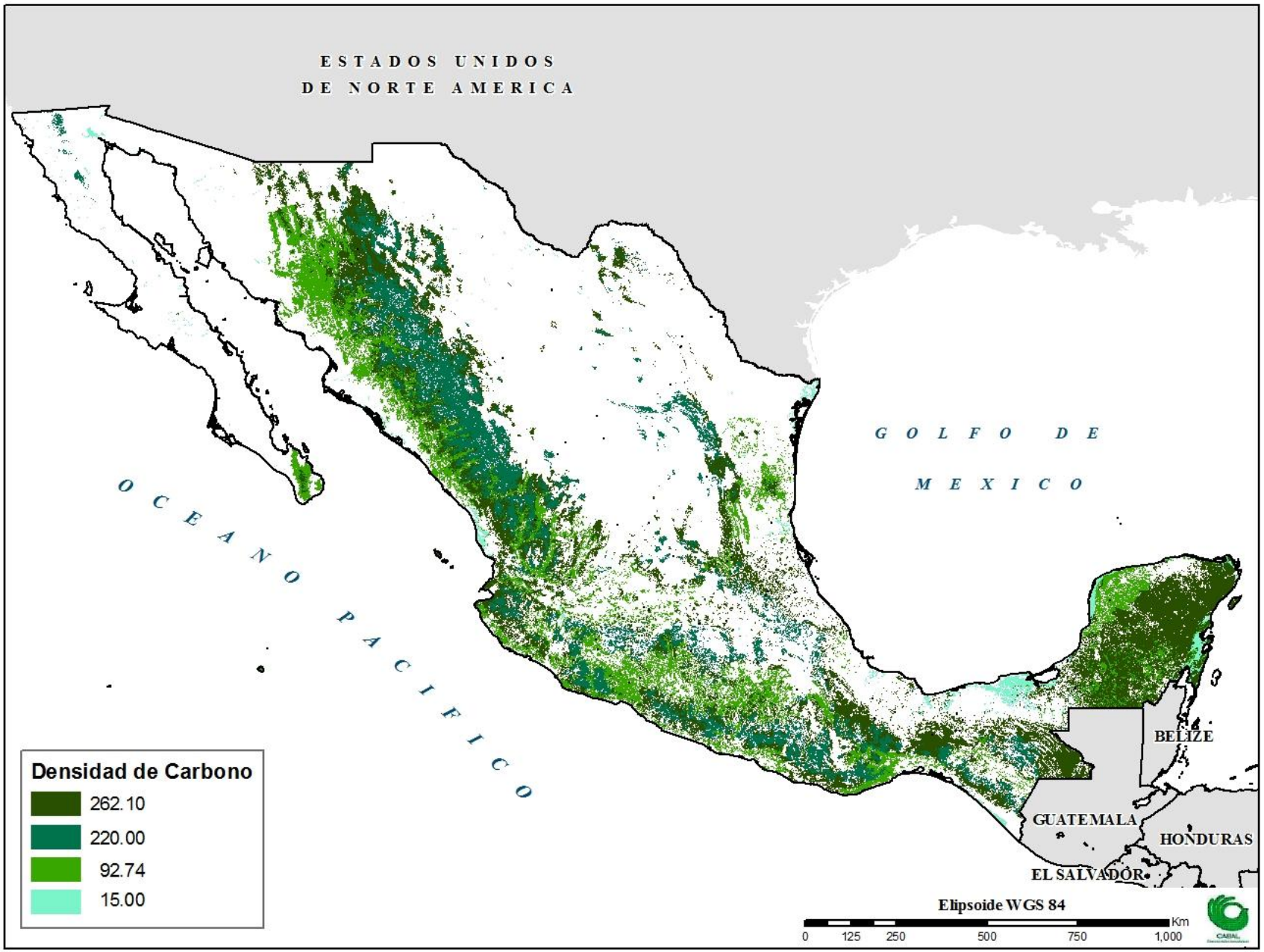
Utilizando los datos procesados y analizados por esta investigación, conjuntamente, la región dispone de más de 90 millones de ha de bosques (67 en México y 23 en Centroamérica). Continuando con las tasas de deforestación y degradación reportadas en la literatura (0.50% y 1.20% respectivamente), en 10 años, México pierde 235 millones de t de C equivalentes a 862Mt$CO_{2e}$. De reducir esa tasa de deforestación y degradación en un 50% en 10 años, el potencial de REDD para México se calcula en 117 millones de t de C, equivalente a 429 Mt$CO_{2e.}$

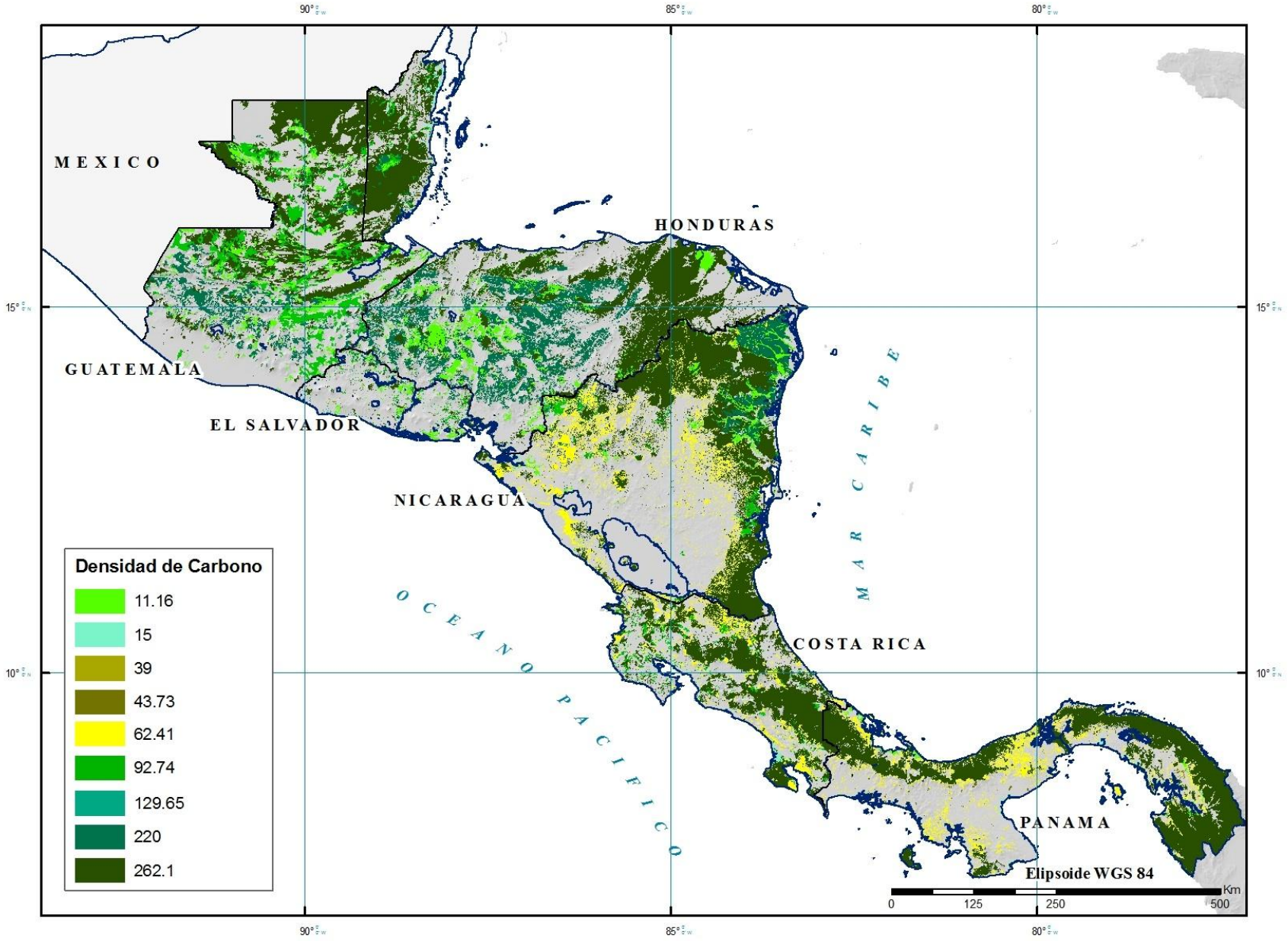
Si consideramos que aproximadamente un 50% de los bosques Mexicanos están en tierras de Ejidos y Comunidades, REDD y REDD+ pudiera significar ingresos de US 2,146 millones para comunidades locales (considerando un promedio de US5 dólares por t $CO_{2e).}$

Centroamérica tiene un aproximado de 8.7 millones de hectáreas de bosque bajo influencia indígena y comunitaria. Si consideramos una reducción del 50% en las tasas actuales de deforestación en estos territorios, el potencial de REDD para Centroamérica se calcula en 160 millones de t de C, equivalente a 587 Mt$CO_{2e.}$ Al igual que en México, los territorios indígenas y tierras comunitarias representan un importante sector social en Centroamérica con condiciones de aportar sustancialmente a estrategias de manejo de bosques sostenibles.

## Cobertura de Bosques Mexico 2005 y calculo de emisiones por deforestación y degradación con tasas de 05 y 1.2 % respectivamente

| Categorías de Cobertura Vegetal | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Selva perennifolia** | **Bosque de coníferas** | **Bosque de encino** | **Bosque mesófilo de montaña** | **Selva subcaducifolia** | **Selva caducifolia** | **Selva espinosa** | **TOTAL SELVAS Y BOSQUES** |
| Densidad de C (t/Ha) | 262,10 | 220,00 | 262,10 | 262,10 | 262,10 | 92,74 | 92,74 | |
| Nacional Area (Ha) | 9.685.198,27 | 16.939.752,36 | 15.693.062,50 | 1.887.661,62 | 4.661.498,35 | 16.981.933,76 | 2.059.939,68 | **67.909.046,53** |
| Ejidos Area (Ha) | 6.867.994,42 | 11.055.751,58 | 7.934.929,40 | 1.171.219,32 | 2.946.709,97 | 9.276.583,43 | 1.236.656,15 | **40.489.844,27** |
| Nacional Stock C (t) | 2.538.490.465,55 | 3.726.745.518,27 | 4.113.151.682,15 | 494.756.110,83 | 1.221.778.716,46 | 1.574.904.537,04 | 191.038.805,46 | **13.860.865.835,76** |
| Ejidos Stock C (t) | 1.800.101.337,48 | 2.432.265.347,60 | 2.079.744.995,74 | 306.976.583,77 | 772.332.683,14 | 860.310.347,30 | 114.687.491,35 | **8.366.418.786,38** |
| Tasa de Deforestación | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| Tasa Degradación | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | |
| Nacional Pérdidas (ton C) | 43.154.337,91 | 63.354.673,81 | 69.923.578,60 | 8.410.853,88 | 20.770.238,18 | 26.773.377,13 | 3.247.659,69 | **235.634.719,21** |
| Ejidos Pérdidas (ton C) | 30.601.722,74 | 41.348.510,91 | 35.355.664,93 | 5.218.601,92 | 13.129.655,61 | 14.625.275,90 | 1.949.687,35 | **142.229.119,37** |
| Tasa de deforestación y degradación reducida en 50% (Potencial de REDD ) | | | | | | | | |
| Tasa de Deforestación | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | |
| Tasa Degradación | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | |
| Nacional Pérdidas Evitadas (ton C) | 21.577.168,96 | 31.677.336,91 | 34.961.789,30 | 4.205.426,94 | 10.385.119,09 | 13.386.688,56 | 1.623.829,85 | **117.817.359,60** |
| Ejidos Pérdidas Evitadas (ton C) | 15.300.861,37 | 20.674.255,45 | 17.677.832,46 | 2.609.300,96 | 6.564.827,81 | 7.312.637,95 | 974.843,68 | **71.114.559,68** |


ESTADOS UNIDOS
DE NORTE AMERICA
GOLFO DE
MEXICO
OCEANO PACIFICO
BELIZE
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
Densidad de Carbono
262.10
220.00
92.74
15.00
Elipsoide WGS 84
Km
0
125
250
500
750
1,000


90°
85°
80°
15°
10°
MEXICO
HONDURAS
GUATEMALA
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
MAR CARIBE
OCEANO PACIFICO
Densidad de Carbono
11.16
15
39
43.73
62.41
92.74
129.65
220
262.1
Elipsoide WGS 84
Km
0
125
250
500

| Macroregion | Municipios | Territorio Indigena | Categorías de Cobertura Vegetal | Area (Ha) | Densidad de C (t/Ha) | Stock C ($t * 10^6$) | Tasa de Deforestación | Pérdida ($t * 10^6$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bosques Comunitarios ACOFOP | San Andrés, San José | Q'eqchi, Itza | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 23,186.43 | 92.74 | 2.15 | 1.20 | 0.26 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 914,056.30 | 262.10 | 239.57 | 1.20 | 28.75 |
| **SUB TOTAL** | | | | **937,242.73** | | **241.72** | | **29.01** |
| Bosques Queqchi | Dolores, Poptún, San Luís | Q'eqchi | Bosque mixto | 645.95 | 11.16 | 0.01 | 2.00 | 0.00 |
| | | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 63,565.52 | 92.74 | 5.90 | 2.00 | 1.18 |
| | | | Pino | 18,577.12 | 200.00 | 3.72 | 2.00 | 0.74 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 286,862.06 | 262.10 | 75.19 | 2.00 | 15.04 |
| **SUB TOTAL** | | | | **369,650.65** | | **84.80** | | **16.96** |
| Bosques Altiplano Verapaces | Aguacatán, Barillas, Canilla, Chajul, Chicamán, Cobán, Cubulco, Cunén, Nebaj, Nentón, Playa Grande, San Andrés Sajcabaja, San Cristobal Verapaz, San Juan Cotzal, San Mateo Ixtatán, San Miguel Chicaj, San Pedro Charcha, San Sebastián Coatán, Santa Cruz Verapaz, Santa Eulalia, Tactic, Uspatán | Achi, Chuj, Ixil, Kche, Pokomchi, Q'anjob'al, Q'eqchi, Uspanteko | Bosque mixto | 14,686.60 | 11.16 | 0.16 | 2.00 | 0.03 |
| | | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 151,572.89 | 92.74 | 14.06 | 2.00 | 2.81 |
| | | | Pino | 22,705.50 | 200.00 | 4.54 | 2.00 | 0.91 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 407,831.49 | 262.10 | 106.89 | 2.00 | 21.38 |
| **SUB TOTAL** | | | | **596,796.48** | | **125.65** | | **25.13** |
| Bosques Francisco Morazán y Olancho | Catacamas, Dulce Nombre de Culmi, Guata, Guayape, Jano, Mangulile, Marale, Orica, San Esteban, Sulaco, Yocon, Yorito, Yoro | Nahoa, Pech, Tolupán | Bosque mixto | 31,746.23 | 11.16 | 0.35 | 2.00 | 0.07 |
| | | | Pino | 687,848.36 | 220.00 | 151.33 | 2.00 | 30.27 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 258,692.40 | 262.10 | 67.80 | 2.00 | 13.56 |
| **SUB TOTAL** | | | | **978,286.99** | | **219.48** | | **43.90** |
| Bosques La Mosquitia (Hondureña - RAAN) | Honduras: Bruce Laguna, Catacamas, Dulce Nombre de Culmi, Irioma, Limón, Puerto Lempira | Matumbak, Mayagna, Miskito, Prinzu Auhya Un, Sumu, Tawahka | Bosque mixto | 135,967.47 | 11.16 | 1.52 | 2.00 | 0.30 |
| | | | Manglares | 5,111.66 | 15.00 | 0.08 | 2.00 | 0.02 |
| | | | Bosques intervenidos | 112,238.64 | 62.41 | 7.00 | 2.00 | 1.40 |
| | Nicaragua: Bonanza, Prinzapolka, Puerto Cabezas, Siuna, Rosita, San José de Bocay, Waspam, Wiwilí de Jinotega | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 3,794.26 | 92.74 | 0.35 | 2.00 | 0.07 |
| | | | Pino | 216,875.55 | 200.00 | 43.38 | 2.00 | 8.68 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 2,137,105.59 | 262.10 | 560.14 | 2.00 | 112.03 |
| **SUB TOTAL** | | | | **2,611,093.17** | | **612.46** | | **122.49** |
| Bosques Talamanca - La Amistad | Costa Rica: Buenos Aires, Jimenez, Limón, Matina, Siquirres, Talamanca, Turrialba | Costa Rica: Bribri, Cabécar, Ngöbe | Bosque mixto | 26,059.83 | 11.16 | 0.29 | 2.00 | 0.06 |
| | | | Manglares | 697.77 | 15.00 | 0.01 | 2.00 | 0.00 |
| | | | Bosques intervenidos | 93,343.36 | 62.41 | 5.83 | 2.00 | 1.17 |
| | Panamá: Changuinola, Kankintu | Panamá: Bribri, Naso (Teribe/Térraba), Ngöbe | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 15,991.42 | 92.74 | 1.48 | 2.00 | 0.30 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 916,155.87 | 262.10 | 240.12 | 2.00 | 48.02 |
| **SUB TOTAL** | | | | **1,052,248.25** | | **247.44** | | **49.55** |
| Bosques Comarca Nobe Bugle | Calobre, Donoso, Kusapin, La Pintada, Ñurum, Ola, Santa Fe | Ngöbe, Buglere | Bosque mixto | 12,709.29 | 11.16 | 0.14 | 2.50 | 0.04 |
| | | | Manglares | 209.72 | 15.00 | 0.00 | 2.50 | 0.00 |
| | | | Plantaciones forestales | 523.30 | 43.73 | 0.02 | 2.50 | 0.01 |
| | | | Bosques intervenidos | 69,273.04 | 62.41 | 4.32 | 2.50 | 1.08 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 348,335.35 | 262.10 | 91.30 | 2.50 | 22.82 |
| **SUB TOTAL** | | | | **431,050.70** | | **95.79** | | **23.95** |
| Bosques Embera - Kunayala | Cemaco, Chepigana, Chepo, Comarca Cuna Yala, Panamá, Darién, Comarca Embera Wounaan, Colón | Emberá, Wounaan, Kuna, Kuna Yala, Madugandi, Wargandi | Bosque mixto | 16,273.93 | 11.16 | 0.18 | 0.28 | 0.01 |
| | | | Manglares | 13,936.52 | 15.00 | 0.21 | 0.28 | 0.01 |
| | | | Plantaciones forestales | 2,014.92 | 43.73 | 0.09 | 0.28 | 0.00 |
| | | | Bosques intervenidos | 56,920.42 | 62.41 | 3.55 | 0.28 | 0.10 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 1,645,738.57 | 262.10 | 431.35 | 0.28 | 12.08 |
| **SUB TOTAL** | | | | **1,734,884.36** | | **435.38** | | **12.19** |
| **TOTAL** | | | | **8,711,253.33** | | **2,062.74** | | **323.17** |

| Macroregion | Municipios | Territorio Indígena | Categorías de Cobertura Vegetal | Área (Ha) | Densidad de C (t/Ha) | Stock C ($t * 10^6$) | Tasa de Deforestación | Pérdida ($t * 10^6$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bosques Comunitarios ACOFOP | San Andrés, San José | Q'eqchi, Itza | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 1,358.36 | 92.74 | 0.13 | 1.20 | 0.02 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 16,268.99 | 262.10 | 4.26 | 1.20 | 0.51 |
| **SUB TOTAL** | | | | **17,627.35** | | **4.39** | | **0.53** |
| Bosques Queqchi | Dolores, Poptún, San Luís | Q'eqchi | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 40,125.58 | 92.74 | 3.72 | 2.00 | 0.74 |
| | | | Pino | 3,206.96 | 200.00 | 0.64 | 2.00 | 0.13 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 169,374.31 | 262.10 | 44.39 | 2.00 | 8.88 |
| **SUB TOTAL** | | | | **212,706.85** | | **48.76** | | **9.75** |
| Bosques Altiplano Verapaces | Aguacatán, Barillas, Canilla, Chajul, Chicamán, Cobán, Cubulco, Cunén, Nebaj, Nentón, Playa Grande, San Andrés Sajcabaja, San Cristobal Verapaz, San Juan Cotzal, San Mateo Ixtatán, San Miguel Chicaj, San Pedro Charcha, San Sebastián Coatán, Santa Cruz Verapaz, Santa Eulalia, Tactic, Uspatán | Achi, Chuj, Ixil, Kche, Pokomchi, Q'anjob'al, Q'eqchi, Uspanteko | Bosque mixto | 14,686.60 | 11.16 | 0.16 | 2.00 | 0.03 |
| | | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 151,493.21 | 92.74 | 14.05 | 2.00 | 2.81 |
| | | | Pino | 22,705.51 | 200.00 | 4.54 | 2.00 | 0.91 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 407,230.61 | 262.10 | 106.74 | 2.00 | 21.35 |
| **SUB TOTAL** | | | | **596,115.93** | | **125.49** | | **25.10** |
| Bosques Francisco Morazán y Olancho | Catacamas, Dulce Nombre de Culmi, Guata, Guayape, Jano, Mangulile, Marale, Orica, San Esteban, Sulaco, Yocon, Yorito, Yoro | Nahoa, Pech, Tolupán | Bosque mixto | 115.84 | 11.16 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | | | Pino | 17,716.78 | 200.00 | 3.54 | 2.00 | 0.71 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 15,162.87 | 262.10 | 3.97 | 2.00 | 0.79 |
| **SUB TOTAL** | | | | **32,995.49** | | **7.52** | | **1.50** |
| Bosques La Mosquitia (Hondureña - RAAN) | Honduras: Bruce Laguna, Catacamas, Dulce Nombre de Culmi, Irioma, Limón, Puerto Lempira | Matumbak, Mayagna, Miskito, Prinzu Auhya Un, Sumu, Tawahka | Bosque mixto | 122,775.30 | 11.16 | 1.37 | 2.00 | 0.27 |
| | | | Manglares | 5,040.30 | 15.00 | 0.08 | 2.00 | 0.02 |
| | | | Bosques intervenidos | 92,681.62 | 62.41 | 5.78 | 2.00 | 1.16 |
| | Nicaragua: Bonanza, Prinzapolka, Puerto Cabezas, Siuna, Rosita, San José de Bocay, Waspam, Wiwilí de Jinotega | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 2,516.97 | 92.74 | 0.23 | 2.00 | 0.05 |
| | | | Pino | 210,343.22 | 200.00 | 42.07 | 2.00 | 8.41 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 1808,924.44 | 262.10 | 474.12 | 2.00 | 94.82 |
| **SUB TOTAL** | | | | **2242,281.86** | | **523.65** | | **104.73** |
| Bosques Talamanca - La Amistad | Costa Rica: Buenos Aires, Jimenez, Limón, Matina, Siquirres, Talamanca, Turrialba | Costa Rica: Bribri, Cabécar, Ngöbe | Bosque mixto | 10,723.00 | 11.16 | 0.12 | 2.00 | 0.02 |
| | | | Manglares | 317.02 | 15.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | Panamá: Changuinola, Kankintu | Panamá: Bribri, Naso (Teribe/Térraba), Ngöbe | Bosques intervenidos | 54,632.54 | 62.41 | 3.41 | 2.00 | 0.68 |
| | | | Regeneración natural (tacotales, arbustales) | 6,562.70 | 92.74 | 0.61 | 2.00 | 0.12 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 529,098.64 | 262.10 | 138.68 | 2.00 | 27.74 |
| **SUB TOTAL** | | | | **601,333.90** | | **142.82** | | **28.54** |
| Bosques Comarca Nobe Bugle | Calobre, Donoso, Kusapin, La Pintada, Ñurum, Ola, Santa Fe | Ngöbe, Buglere | Bosque mixto | 12,709.03 | 11.16 | 0.14 | 2.50 | 0.04 |
| | | | Manglares | 204.07 | 15.00 | 0.00 | 2.50 | 0.00 |
| | | | Bosques intervenidos | 24,063.02 | 62.41 | 1.50 | 2.50 | 0.38 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 232,629.27 | 262.10 | 60.97 | 2.50 | 15.24 |
| **SUB TOTAL** | | | | **269,605.39** | | **62.62** | | **15.65** |
| Bosques Comarca Nobe Bugle | Cemaco, Chepigana, Chepo, Comarca Cuna Yala, Panamá, Darién, Comarca Embera Wounaan, Colón | Emberá, Wounaan, Kuna, Kuna Yala, Madugandi, Wargandi | Bosque mixto | 9,233.07 | 11.16 | 0.10 | 0.28 | 0.00 |
| | | | Manglares | 7,598.58 | 15.00 | 0.11 | 0.28 | 0.00 |
| | | | Plantaciones forestales | 804.00 | 43.73 | 0.04 | 0.28 | 0.00 |
| | | | Bosques intervenidos | 34,829.81 | 62.41 | 2.17 | 0.28 | 0.06 |
| | | | Bosque siempreverde estacional submontano | 1288,492.89 | 262.10 | 337.71 | 0.28 | 9.46 |
| **SUB TOTAL** | | | | **1340,958.36** | | **340.14** | | **9.52** |
| **TOTAL** | | | | **5313,625.12** | | **1,255.38** | | **195.33** |

# 5 Monitoreo de Emisiones de Carbono Forestal

El mayor reto en torno a REDD+ es garantizar que su implementación contribuya a la mitigación efectiva del cambio climático, con reducciones de dióxido de carbono permanentes y mensurables, por consiguiente, el centro de las discusiones técnico-metodológicas está puesto en el diseño de sistemas de monitoreo y verificación. La gran diversidad biológica y el amplio potencial de captura de carbono derivado de las altas densidades de vegetación reportadas en la literatura, los altos crecimientos de biomasa comunes en el trópico y las grandes superficies técnicamente factibles para REDD+ en Mesoamérica, hacen de este reto, una tarea formidable.

En el seno de la CMNUCC, los países utilizan las guías y lineamientos del IPCC para la realización de INGEI, pero experimentan dificultades en la aplicación de los manuales de buenas prácticas, particularmente en el sector UTCUTS. En Copenhague, la COP-15[10] recomendó utilizar las guías y lineamientos más recientes del IPCC como base para estimar la cantidad de GEI del sector forestal, emitidos desde fuentes y removidos por sumideros, y las reservas de carbono y cambios en la cobertura forestal. Si bien brindan un punto de partida, estas recomendaciones son demasiado imprecisas para un régimen efectivo de REDD y REDD+.

De forma incipiente, los métodos más comunes en discusión en la región combinan la tele-observación con las mediciones de campo e inventarios forestales, y se basan en las experiencias del MDL en actividades de forestación y reforestación, a pesar de la complejidad de las líneas de base y los problemas de equidad ampliamente señalados en la literatura[11].

En este capítulo se diagnostica el estado del arte en los sistemas de monitoreo de emisiones de carbono en algunos países de la región.

**Instituciones a cargo de las comunicaciones nacionales de GEI**

***México:*** Instituto Nacional de Ecología INE, a cargo del Inventario Nacional de GEI y de las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC.
***Guatemala:*** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.
***El Salvador:*** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.
***Honduras:*** Secretaria de Recurso Naturales SERNA, a través de la Unidad de Cambio Climático.
***Nicaragua:*** Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales MARENA; La ONDL es la Autoridad designada ante la UNFCCC.
***Costa Rica:*** Instituto Meteorológico Nacional (IMN) adscrito al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)
***Panamá:*** Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)

[10] FCCC/CP/2009/11/Add.1, Decisión 4/CP.15

[11] Estrada, M., Corbera, E., Brown, K. 2007. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries: revisiting the assumptions. In Tyndall Centre Working Paper 115. 47p

## 5.1 Metodologías para determinar balances de emisiones[12]

Para poder evaluar el impacto de las actividades de mitigación al cambio climático relacionadas con el aumento de la cobertura boscosa y otros usos sostenibles de la tierra es necesario contar con sistemas estandarizados de medición y monitoreo. La medición y monitoreo de carbono puede realizarse a varias escalas, desde nivel global hasta local. Para la determinación global del almacenamiento de carbono se ha utilizado el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge (Post et al 1982, Smith et al 1992 y 1993), el cual relaciona variables climáticas (bio-temperatura y precipitación) con la productividad potencial de un área determinada, y por tanto con las existencias de carbono. Aunque estos estimados son útiles, su nivel de detalle es muy grueso y no permiten calcular con precisión la evolución de las existencias de carbono o un balance de GEI (Monserud y Leemans 1992) por cambios en patrones de uso de la tierra.

Las metodologías desarrolladas bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) sí permiten este tipo de cálculos. Además, tienen la ventaja que la variedad de enfoques sectoriales (energía, manufactura, construcción, transporte, manejo de desechos, forestación/reforestación, etc.) para las cuales fueron diseñadas permite su aplicación a una multitud de situaciones. En el caso particular del sector de aforestación/reforestación (A/R) hay 17 metodologías aprobadas para el cálculo de emisiones y remociones de GEI en diferentes situaciones que involucran coberturas arbóreas[13].

Cada metodología describe requerimientos específicos para construir el balance de GEI de un proyecto. Primeramente se definen las condiciones de aplicabilidad de la metodología y luego se describen los pasos para definir una línea base de emisiones, incluyendo componentes del sistema a medir, GEI a considerar, pruebas de adicionalidad, estratificación, cálculo de balances de emisiones, fugas, y variables a monitorear durante la vida del proyecto. La complejidad de los cálculos y los requerimientos de información para aplicar una metodología en su totalidad es significativa, por lo que a la hora de aplicación, varios componentes no son aplicables.

Como alternativa a las complicadas metodologías del MDL han surgido varias opciones asociadas mayormente al mercado voluntario de carbono (VCS[14], Climate Action Reserve[15], por ejemplo). Todas estas propuestas comparten la necesidad de determinar el tamaño de las existencias de carbono en sistemas de uso de la tierra, y cómo varían estas con el tiempo, cambios en superficie de cobertura de tipos de uso de la tierra, además de pruebas de adicionalidad, permanencia y otras herramientas metodológicas.

[12] Sección 4.1-4.4 elaborada por Miguel Cifuentes (programa de cambio climático CATIE) para CABAL, en el marco del proyecto del diseño de una linea de base para la Cuenca de Apanás en Nicaragua, 2010.

[13] En total hay casi 200 metodologías aprobadas para los sectores MDL: http://cdm.unfccc.int/DOE/scopes.html (Última visita 6/15/2010).

[14] http://www.v-c-s.org/vcsmethodologies.html (Última visita 6/15/2010).

[15] http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/ (Última visita 6/15/2010).

## 5.2 Metodologías para la medición del cambio de carbono

La medición de las existencias de carbono a nivel de ecosistema es un elemento esencial para el cálculo de balances de emisiones GEI. El IPCC ha definido 3 niveles ("Tier") de detalle que se pueden alcanzar para calcular emisiones y remociones de GEI. Cada nivel requiere información más detallada y es analíticamente más complejo. Pese a estas diferencias, los niveles se apegan a los principios de buenas prácticas del IPCC en cuanto a transparencia, integridad, consistencia, comparabilidad y exactitud. El nivel 1 ("Tier 1") no requiere recolección de información de campo. Todos los cálculos se basan en valores predeterminados por el IPCC. La mayoría de estos son promedios de eco-tipos continentales, lo cual le resta resolución espacial a los estimados y puede llegar a generar errores de hasta 44% respecto de mediciones de campo (GOFC-GOLD 2009). Los cálculos de emisiones bajo Tier 1 son altamente simplificados, y son los que actualmente pueden utilizar todos los países de la región.

| Enfoques (cambio en Área) | Niveles – Tiers ( cambio en la reserva de C) |
|---|---|
| Datos de uso de la tierra básicos – estadísticas nacionales ei. FAO | 1 – Valores de oficio del IPCC (Biomasa por tipos de bosque) |
| Estudios de campo uso de suelo y vegetación | 2 - Datos específicos de país generados con información de campo, inventarios, parcelas permanentes de medición |
| Datos generados con sensores remotos y con inventarios nacionales | 3 – Inventarios nacionales de reservas de Carbono en diferentes reservorios y mediciones secuenciales del cambio en estas reservas |

Fuente: Adaptado de Ben de Jong et al. Mayo 2010

En comparación, el Tier 3 es el nivel más riguroso y con mayor demanda de datos locales detallados. El Tier 3 utiliza datos de inventarios secuenciales para medir directamente cambios en la biomasa. Los cálculos de emisiones y cambio de uso de la tierra se hacen con modelos dinámicos, espacialmente explícitos, de escala muy fina y gran fiabilidad predictiva. Este nivel es el más difícil de alcanzar en países en vías de desarrollo por el compromiso técnico a largo plazo y el alto costo asociado a su implementación.

El Tier 2, como el Tier 1, utiliza datos estáticos de biomasa, pero mejora la resolución de los cálculos al utilizar datos generados localmente y una estratificación más detallada del paisaje o región en cuestión. Los cambios en las existencias de carbono en un sistema pueden modelarse con más complejidad que para el Tier 1, utilizando por ejemplo matrices de cambio entre componentes del ecosistema (árboles a necro-masa, etc.) y datos locales de incremento medio anual. En muchas instancias, el nivel intermedio (Tier 2) es el nivel meta a alcanzar porque ofrece resultados más detallados que el Tier 1, sin la inversión requerida para implementar el Tier 3. Estudios Tier 2 en Costa Rica (Cifuentes 2008, Jobse 2009) encontraron que los estimados de carbono total sobre el suelo son entre 17 y 20% menores que estimados calculados utilizando valores predeterminados del IPCC (Tier 1).

Hay técnicas actuales para medir sumideros individuales de carbono en proyectos forestales de forma exacta y precisa (error ≤ 10% de la media). Estos métodos se basan en principios estadísticos de muestreo y en técnicas de inventarios forestales y de suelos bien establecidos y validados (Brown 2002). Sin embargo, no hay una metodología común para estimar y verificar beneficios de reducción de emisiones de carbono a nivel internacional; cada proyecto diseña sus propios métodos que cumplen con requisitos básicos de "buenas prácticas" del IPCC.

Las técnicas que siguen requisitos de buenas prácticas parten de una estratificación previa del área de muestreo, la selección sistemático-aleatoria de las unidades de muestreo, y el establecimiento de parcelas de muestreo forestal. El tamaño y forma de las parcelas depende del tipo de uso de la tierra y la distribución diamétrica de los árboles presentes. El tamaño de los componentes de los ecosistemas se mide por separado utilizando un sistema de parcelas anidadas. Frecuentemente se identifican los árboles a nivel de especie para poder calcular su biomasa con mayor exactitud utilizando densidad aparente de la madera y ecuaciones alométricas específicas.

Se utilizan ecuaciones alométricas (o la masa seca determinada directamente) y el contenido de carbono en tejido vegetal para calcular la cantidad de carbono almacenado por los diferentes componentes del ecosistema medido. Para especies o usos de la tierra donde no se tengan datos, los cálculos se pueden complementar con tablas de volumen, factores de expansión de biomasa, y otros factores teóricos publicados en la literatura (Brown 1997). Con estas técnicas se puede alcanzar hasta un nivel de detalle Tier 2 para los componentes del ecosistema (generalmente árboles) para los cuales estén disponibles ecuaciones alométricas u otros factores locales de cálculo. Aquellos parámetros Tier 1 al inicio del proyecto pueden mejorarse con información generada localmente.

## 5.3 Densidad de carbono en usos de la tierra.

Existe un acervo rápidamente creciente de datos de carbono y cambios de existencias en diversos usos de la tierra. Sin embargo, la cobertura de los datos no es siempre completa para países en desarrollo. Además, existen dificultades para reconciliar diferencias metodológicas entre los diferentes estudios. Aunque la vasta mayoría de las metodologías utilizadas son válidas estadística y técnicamente, muchas veces no hay congruencia entre los componentes muestreados o entre las clasificaciones de cobertura, lo que dificulta realizar comparaciones directas entre diferentes fuentes de información. Según las reglas de buenas prácticas, estos vacíos se pueden llenar utilizando factores de proporcionalidad, regresiones lineales u otra información secundaria de países adyacentes o regiones similares.

En general, la densidad de carbono en ecosistemas aumenta conforme aumenta la precipitación y disminuye la temperatura (Post 1982, Brown y Lugo 1982). Las acciones humanas disminuyen la densidad de carbono de un determinado lugar de forma que existen gradientes en la densidad dependiendo de la actividad, su intensidad y su duración (Fearnside y Guimarâes 1996). En general, la mayor densidad de carbono a nivel de ecosistema se encuentra en ecosistemas boscosos y la menor en pastizales degradados y otros usos agrícolas que han sufrido uso intensivo por períodos prolongados.

## 5.4 Monitoreo, reporte y verificación de las existencias de carbono y GEI

Los sistemas que dan seguimiento a proyectos de mitigación al cambio climático generalmente se dividen en 4 componentes estrechamente relacionados (Vine & Sathaye 1997):

***Monitoreo***: el cálculo de impactos del proyecto mediante la medición de variables de interés. La intención es proporcionar información acerca del desempeño de un proyecto para mejorar su calidad, hacerlo más costo-efectivo, mejorar procesos de planificación y medición y ser parte del proceso de aprendizaje de los actores.
***Evaluación:*** se refiere a las evaluaciones de procesos e impactos de un proyecto; incluye impactos ambientales, económicos y sociales, determinación de una línea de referencia, estimación de fugas, etc. Durante la evaluación se organiza y analiza la información procedente del monitoreo, se compara contra información accesoria y se presenta el análisis resultante del desempeño del proyecto. En el caso de GEI, la evaluación determina el nivel oficial de remociones GEI y secuestro de carbono asignado a un proyecto.
***Reporte***: se da durante todo el proceso, incluyendo informes periódicos y uno final.
***Verificación***: generalmente realizada por un ente externo al proyecto para certificar si las actividades y los impactos reportados son verdaderos.

Básicamente, el monitoreo de las existencias de carbono, o de cualquier otro beneficio ambiental, consiste principalmente en realizar mediciones secuenciales y comparar los resultados a través del tiempo. El ámbito de acción (límites) del proyecto se define desde un inicio; el monitoreo puede realizarse a escalas globales, regionales, o locales (de proyecto). Posteriormente se define la temporalidad del monitoreo y otros criterios operativos. Como mínimo las mediciones deben realizarse para que concuerden con el cronograma de pagos de un proyecto (asumiendo la participación en esquemas de compensación). La frecuencia de las mediciones también depende del componente del ecosistema que se mida y otros requerimientos metodológicos (UNFCCC 2010). Por ejemplo, la hojarasca podría medirse al inicio y posteriormente cada 5 años porque se asume que no varía significativamente. Es importante que las mediciones se realicen siempre durante la misma estación del año, para no introducir errores debidos a variaciones estacionales en las existencias de carbono. Por facilidad operativa, la época seca es la más recomendada para realizar el trabajo de campo. Debe decidirse también el tipo de monitoreo y evaluación que se necesita, quién lo realizará, cuál será el costo asociado y qué otros componentes (capacidades) son necesarios para implementar el sistema (Bötcher et al 2009). En todo caso, los procedimientos y componentes de un sistema de monitoreo, reporte y verificación de carbono, y de gases de efecto invernadero, deben ser consistentes, técnicamente robustos, fácilmente verificables, objetivos, sencillos, relevantes, transparentes, y costo-efectivos.

Un sistema de monitoreo puede alcanzar hasta un 5-10% del presupuesto de un proyecto (Vine & Sathaye 1997). La disponibilidad de fondos influirá el nivel de detalle, el tamaño de la muestra y la incertidumbre estadística de los estimados que se puedan lograr. El monitoreo de carbono presenta la situación particular que diferentes componentes del ecosistema presentan varianzas diferentes, por lo que es necesario ajustar el tamaño de la muestra para asegurar que la incertidumbre global no sobrepase un nivel deseado (generalmente 10%; Brown 2002) para todos los componentes del ecosistema que se consideran en el inventario.

Tradicionalmente, los sistemas de monitoreo se han centrado en la utilización de herramientas SIG y sensores remotos. Para que estas funcionen se desarrollan factores de calibración de campo que se relacionan luego con la interpretación computarizada de imágenes de sensores remotos. La resolución de los datos puede ser alta para pequeñas áreas, pero no se puede garantizar este grado de detalle a nivel de país o región por los altos costos de las imágenes y su procesamiento. Además, estos sistemas son principalmente ejecutados por especialistas y técnicos que no siempre están disponibles en países en desarrollo (Danielsen 2007). Dependiendo de la situación, los sistemas SIG son percibidos como altamente demandantes de habilidad técnica y capacidad instalada (aunque ésta ha aumentado considerablemente en países centroamericanos). Generalmente tienen altos costos asociados (precio de las imágenes, costo de la verificación de campo, etc.) y por lo tanto el monitoreo no se desarrolla con mucha frecuencia (monitoreo a nivel nacional se hace cada 5 a 10 años o más, pero no anualmente). Los sensores remotos tienen 3 limitantes principales a la hora de estimar existencias de carbono y sus cambios (Azofeifa et al 2009): los algoritmos para definir la edad de los bosques, las técnicas para estimar cambios en la cobertura boscosa y la ausencia de técnicas que relacionen variables biofísicas (índice de área foliar, por ejemplo) con variaciones espaciales en las existencias de carbono.

Como alternativa a estos sistemas remotos, en los últimos años se ha impulsado el desarrollo de sistemas de "monitoreo comunitario", donde pobladores, gobiernos, u ONGs locales son los responsables principales de la recolección e interpretación de los datos. Así, el monitoreo está más ligado a las realidades locales, utilizando métodos simplificados que requieren menos recursos. El involucramiento local puede ayudar a construir capacidades locales y cooperación entre la población local y las autoridades, estimulando así acciones locales que fomenten intervenciones de manejo favorables para el almacenamiento de carbono.

Por otro lado, como una respuesta "híbrida" suplementaria, el monitoreo local puede alimentar el monitoreo por sensores remotos al tiempo que desarrolla capital social, responsabilidad y transparencia local y posesión de los esfuerzos de remoción de emisiones. Hay ejemplos incipientes de monitoreo comunitario de recursos naturales (no necesariamente carbono) en Brasil, Ghana, Madagascar, Nicaragua, Guatemala, México, Filipinas y Tanzania. El monitoreo "híbrido" del medio ambiente representa entonces una alternativa cuando el monitoreo convencional no es factible; es además una solución complementaria capaz de aumentar las intervenciones de conservación donde el monitoreo tradicional ya se está realizando (Danielsen 2007). Por razones prácticas, a nivel de campo el monitoreo se realiza utilizando parcelas permanentes de medición que se miden al inicio del proyecto para establecer una línea base y periódicamente durante la vida del proyecto para determinar su progreso.

# Monitoreo GEI en México

México ha realizado esfuerzos significativos orientados a la cuantificación y monitoreo de GEI para el cumplimiento de los compromisos adquiridos ante la UNFCCC. En este sentido el país ha presentado cuatro Comunicaciones Nacionales en las cuales se incluyen las actualizaciones de los Inventarios Nacionales de GEI.

La Cuarta Comunicación Nacional ante la UNFCCC se presentó en el 2009, en la cual se presentan los resultad de la última actualización al Inventario Nacioal de GEI correspondientes al periodo 1990-2006. En este inventario se calcularon nuevamente las emisiones de GEI de 1990 hasta 2006, reportadas en las anteriores Comunicaciones Nacional, haciendo uso de información más actualizada permitiendo así la sustitución de los valores calculados previamente.

La elaboración tanto de los Inventarios Nacionales de GEI como de las Comunicaciones Nacionales es responsabilidad del Instituto Nacional de Ecología INE. Sin embargo es la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, presidida por SEMARNAT, quien funge como Autoridad Nacional Designada para fines de la UNFCCC y MDL.

En cuanto a recursos forestales la información más reciente se encuentra en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, a cargo de la Comision Nacional Forestal, CONAFOR. Este Inventario contiene informacion sobre los diferentes tipos de bosque, selvas, y vegetación en el país, también incluye suelo y existencia de madera en bosque.
Además, según el R-PIN (México 2008), el país en coordinación con Canadá estudia la factibilidad de utilizar en Mexíco el Modelo de Carbono del Servicio Forestal Canadiense (CBM-CFS, siglas en inglés) para el monitoreo de emsiones del sector USCUTS.
El país tambien cuenta con una serie de mapas de Vegetación y Uso de suelo publicados por INEGI, (series I, II, III y IV) correspondientes a diferentes periodos; y dado que todos los mapas poseen las mismas clases de uso de suelo pueden ser utilizados para estimar los cambios de uso de suelo a nivel nacional.

# Monitoreo GEI Guatemala

Guatemala concluyó su primera Comunicación Nacional ante la UNFCCC en 2001, basada en los resultados del Inventario Nacional de GEI para el año de referencia 1990. La cuantificación de los GEI del Inventario se realizó siguiendo las Guías Revisadas de 1996 de IPCC-OECD. Posteriormente en el 2007 se presentaron los resultados preliminares del Segundo Inventario Nacional de GEI, como parte del Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales en Sistematización de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero y Comunicaciones Nacionales.
Los cuales serian incluidos en al Segunda Comunicación Nacional.

En Guatemala la el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es el responsable de la elaboración tanto de los Inventarios Nacionales de GEI, como de las Comunicaciones Nacionales ante la UNFCCC.

Así mismo el país concluyo en 2005 el Primer Inventario Nacional Forestal correspondiente al periodo 2002-2003. Este fue elaborado por el Instituto Nacional de Bosque (INAB) y contó con el apoyo técnico y financiero de la FAO. En este sentido el país ha venido realizando desde

1999 monitoreo periódico de la cubierta forestal nacional y el cambio de uso de suelo, haciendo uso de imágenes satelitales. Este monitoreo esta a cargo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA y ha permitido la elaboración de mapas de uso de suelo para los años 1999 y 2003.

# Monitoreo GEI en Nicaragua

La oficina Nacional de Desarrollo Limpio (ONDL) de Nicaragua nace bajo Decreto 21-2002, publicado en la Gaceta No. 56, del 21 de Marzo del año 2002. Como entidad descentralizada en materia de cambio climático ONDL está adscrita al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) y es la Autoridad Nacional Designada por el Gobierno de Nicaragua ante las autoridades del UNFCCC para avalar proyectos MDL que reclamen créditos de carbono. La ONDL tiene como responsabilidades principales coordinar y facilitar el cumplimiento de los compromisos internaciones adquiridos por Nicaragua ante la UNFCCC.

En Nicaragua la cuantificación y monitoreo de emisiones de GEI se hace a nivel nacional a través de las Comunicaciones Nacionales ante la UNFCCC. Nicaragua completó su primera Comunicación en el 2001[16] y su segundo Inventario Nacional de Emisiones GEI (Nicaragua 2008). A nivel nacional, el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), suscrito al Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), es la institución responsable de mantener y darle seguimiento al Inventario Nacional Foresta (INF). Los resultados del más reciente INF, fueron publicados en el 2009 (Nicaragua 2009). El inventario fue realizado utilizando metodologías de clasificación de bosques y recolección de la información compatibles con el sistema FAO y sus evaluaciones forestales nacionales (FRA). Se espera que esta evaluación se repita cada 5 años.

Los resultados del inventario incluyen estimaciones de biomasa y carbono en diferentes tipos de cobertura boscosa (bosques naturales latifoliados y de coníferas, bosques mixtos, plantaciones, manglares, etc.) y en áreas donde la cobertura principal no es arbórea (pastos, tierras agroforestales y tierras sin árboles, humedales, entre otras). Además incluye datos de cobertura y socioeconómicos de diferentes usos de la tierra. Previo al INF, Nicaragua no había realizado un estudio del estado de la cobertura boscosa nacional (Nicaragua 2008). Aunque los datos del INF son una buena base de partida para el monitoreo de carbono a nivel nacional, la resolución de los datos (imágenes SPOT, 20 m, interpretación a nivel de país) no permite darle seguimiento al balance de carbono a nivel de proyectos. El mismo R-PIN para el país (Nicaragua 2008) reconoce la necesidad de mejorar mecanismos y la capacidad institucional para el monitoreo y evaluación del recurso forestal, incluyendo capacidad de información para diseños de línea base, cobertura del monitoreo y cambios en existencias de carbono, etc. La ausencia de ecuaciones alométricas y otros factores locales también es una limitación para el cálculo de existencias de carbono.

[16] http://unfccc.int/resource/docs/natc/nicnc1.pdf (Última visita 6/15/2010)

# Monitoreo GEI Costa Rica

Para el monitoreo en Costa Rica se han realizado dos Inventarios Nacionales de GEI, el primero se elaboró en 1995 con referencia al año 1990 y posteriormente se realizó una actualización del mismo tomando como referencia el año 1996 y utiliza la metodología revisada del IPCC-OECD. Los datos del último inventario se incluyeron en la Primera Comunicación Nacional que presentó el país ante la UNFCCC en el 2000.

La elaboración de la Primera Comunicación Nacional, así como la actualización del Inventario de GEI estuvieron a cargo del Instituto Meteorológico Nacional,dirección adscrita al Ministerio de Ambiente y Energia (MINAE), quien tambien es el punto focal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climatico.

El país tiene experiencia en la elaboración de mapas de cobertura (1997, 2000 y 2005) utilzando una metodología estándar, lo que le ha permitido obtener datos más consistentes; tambien cuenta con conocimiento y experiencia en la estimación de biomasa y el desarrollo de ecuaciones alométricas. En cuanto a inventarios forestales, en el país únicamente se ha realizado un Estudio Piloto para el Inventario Forestal Nacional elaborado por FAO y Sinac en el 2001, del cual se obtuvo como resultado un informe que incluye entre otras cosas un manual de campo y formularios. Sin embargo en el país se ha establecido una Red de Parcelas Permanentes de Bosque que le permitirán obtener información sobre el manejo y conservación de los recursos naturales a través del monitoreo continuo de las mismas.

Por otra parte FONAFIFO ha realizado escenarios con las diferentes coberturas del país, utilizando datos estimados de cambio de cobertura de 1987 comparados con 2005, donde el bosque se presenta como áreas de recuperación; esta información se ha utilizado para estimar las absorciones acumuladas para estos cambios de cobertura.

# Monitoreo GEI Panamá

La Autoridad Nacional del Ambiente ANAM es la responsable de la política ambiental nacional y el punto focal ante la UNFCCC. Para la aplicación y cumplimiento de los acuerdos adquiridos ante la UNFCCC se estableció el Programa Nacional de Cambio Climatico (PNCC) el cual actualmente es dirigido por la ANAM y coordinado por CATHALAC. De igual forma la ANAM es la Autoridad Nacional Designada para el MDL.

Panamá completó en el 2000 su primera Comunicación Nacional ante la UNFCCC, como herramienta para el monitoreo de GEI a nivel nacional. En este documento se presentan los resultados del primer Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (PINGEI) en base a 1994. Las estimaciones de este Inventario fueron calculadas utilizando la Guía de Buenas Prácticas del IPCC de 1996, y fue desarrollado por la ANAM.

El PINGEI reporta el balance de los GEI directos: dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y oxido nitroso; y los GEI indirectos: monóxido de carbono (CO), oxidos de nitrógeno (NOX), y los compuestos volátiles distintos del metano (CVDM). Los sectores incluidos en la contabilización de las emisiones/absorciones de GEI en dicho inventario son energía, procesos industriales, utilización de solventes, agricultura, desperdicios y CUTS; siendo este ultimo el que reporta las emisiones mas altas de GEI a nivel nacional para el año base.

Actualmente se están preparando los resultados de la estimación de emisiones de GEI para el año base 2000 (Segunda Comunicación Nacional). Esta actualización es de suma importancia considerando las limitaciones en al elaboración del primer inventario de GEI, que impidieron alcanzar los niveles de detalle requeridos en las directrices del IPCC, particularmente en el sector CUTS.

# Anexo 1. Inventarios Forestales

| País | Año | Observaciones | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| México | 1965-1985 | Fue el primer Inventario Forestal; se concibió realizarlo a través de inventarios estatales, sin embargo no se elaboró una publicación formal integrando cada uno de ellos. Se utilizaron en este, fotografías aéreas y control y mediciones de campo. | Memorias de los Inventarios Forestales estatales. Cartografía detallada de las regiones geográficas del país. |
| | 1991-1992 | *Inventario Nacional de Gran Visión*, Actualización del primer inventario, utilizando información de campo e imágenes de satélite NOAA. Contiene información de los recursos forestales a escala nacional. | Mapas a escala 1:1 000000 de áreas forestales del país, usando imágenes satelitales y la cartografía temática existente. |
| | 1994 | En 1992 inició el *Inventario Nacional Forestal Periódico* cuyo reporte fue publicado en 1994. Se usaron imágenes satelitales de alta resolución y levantamiento de información de campo a través de parcelas de muestreo. Este inventario sienta las bases para actualizar la información forestal en forma permanente. | Mapas de zonificación de los terrenos forestales según aptitud y funciones. Mapa del territorio nacional a escala 1:250000. |
| | 2000 | La UNAM actualizó la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie II escala 1:250000 del INEGI con base en imágenes Landsat (ETM 7) registradas entre noviembre de 1999 y mayo de 2000, con el objetivo de realizar un nuevo inventario, sin embargo la información no se organizó conforme al inventario anterior por lo que esto no fue posible. | Carta de vegetación del Inventario Nacional Forestal, Serie III |
| | 2009 | Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México 2004-2009 Integra la información cartográfica de uso de suelo y vegetación serie IV del INEGI y la información de campo. En este se incluyó el levantamiento de información sobre suelos forestales. Pretende verificar y corregir el mapa de uso de suelos derivado del Sistema de Monitoreo Satelital | Contiene información cartográfica y estadística de los ecosistemas forestales y de los suelos forestales del país. |
| Guatemala | 1988 | *Mapa de Cobertura Forestal Nacional de Guatemala*, elaborado para el PAFG en 1992, con base en la interpretación visual de las imágenes de satélite Landsat TM de 1987 y 1988. | Primer mapa de cobertura forestal a nivel nacional. |
| | 1999 | *Mapa de Cobertura Forestal 1999(INAB)*. Se elaboró a través de encuesta terrestre y de teledetección, basado en clasificación visual de imágenes LANDSAT TM de 1998/99. | Mapa de cobertura con una mejor diferenciación entre bosques secundarios y la vegetación arbustiva. |
| | 1999 | *Mapa de uso de la tierra y Cobertura Vegetal 1999 (MAGA)* Se utilizó el mismo juego de imágenes que en el mapa de INAB 1999. | Mapa de cobertura vegetal, generado a escala 1:250,000 |
| | 2002-2003 | *Inventario Nacional Forestal* (FAO) fue le primero en su tipo. Este integra la información | Información productiva, socioeconómica y |

| País | Año | Observaciones | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| | | de bosques y arboles a nivel nacional. | ambiental, además de variables productivas y de manejo forestal para la producción de madera. |
| | 2001 | *Mapa de Cobertura Forestal 2001 y Dinámica de la cobertura Forestal de Guatemala durante los años 1991-93, 1996 y 2001*.<br>Se enfoca en la determinar tasas de deforestación basadas en la interpretación de imágenes satelitales. También utiliza puntos de control de campo y redes de observación de sitios en todo el país. (publicado entre 2004 y 2006) | Primer mapa forestal a escala 1:50,000; los tipos de tierra y usos de la tierra usados son altamente comparables con las clases de FRA. Reporte nacional de tasas de deforestación y recuperación de bosque. |
| | 2003 | *Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra* (MAGA) publicado en 2006. Se utilizaron imágenes de satélite Landsat y trabajo de campo. | Mapa de cobertura Vegetal y uso de la tierra escala 1:50,000, con |
| **Honduras** | 1965 | *Mapa forestal de Honduras* (FAO, 1965) realizado a través de fotografías aéreas y trabajo de campo. Es el primer mapa forestal del país. | Primer Mapa forestal a nivel nacional |
| | 1995 | *Mapa forestal de Honduras AFE/COHDEFOR/GTZ* realizado con imágenes de satélite Landsat TM de 1993 y 1995 y trabajo de campo. Este mapa fue actualizado en 1996. | Datos de la cobertura forestal a nivel nacional |
| | 2002 | *Mapa de Ecosistemas Vegetales de Honduras (2002)* utiliza la "Clasificación UNESCO", esta basado en imágenes de 1994-2000. Este mapa constituye la sección de Honduras en el Mapa de Ecosistemas de América Central | Información sobre el estado actual de conservación de los ecosistemas. |
| | 2005-2006 | *Inventario de Bosques y Árboles 2005-2006: como parte de la Evaluación Nacional Forestal.* Se inició con el Proyecto de Apoyo al Inventario y Evaluación Nacional de Bosques y Árboles de la FAO y fue el primer inventario de bosques en Honduras. | Generación de una línea base para el análisis económico y social de los bosques y árboles del país, permite también la actualización de mapas de cobertura forestal y uso actual de la tierra. |
| | 2010 | *Mapa de Cobertura y Uso de Suelo 2009* (ICF y SAG) utilizó la metodología MODIS, y de este se derivó también el *Mapa de Ecosistemas 2009.* | Permitió el Desarrollo de metodología replicable para elaborar y actualizar mapas de cobertura. |
| **El Salvador** | 1975 | *Mapa de uso de la Tierra* elaborado por la Dirección General de Recursos Naturales. | Primer mapa de cobertura del país |
| | 1978 | *Mapa de Uso de la Tierra.* Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) | Mapa de uso de la tierra |
| | 1992 | *Mapa de Uso de la Tierra MAG.* | Mapa de uso de la tierra, dividido en 11 clases de uso |
| | 1996 | *Mapa de Uso de la Tierra.* MAG. En base a imágenes Landsat TM 93/94 | Mapa de uso de la tierra, con 19 clases de uso. |

| País | Año | Observaciones | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| | 2000 | *Mapeo de Vegetación Natural de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos*. MARN/CCAD/Banco Mundial. Se realizó utilizando una metodología del Banco Mundial e imágenes Landsat TM 1998 | Mapa de vegetación de ecosistemas terrestres y acuáticos. |
| | 2002 | *Mapa de uso de Suelo.* Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Metodología: *Corine Land Cover*. Con imágenes Landsat 1998. | Mapa de uso de suelo, dividido en 12 categorías |
| | 2002 | *Proyecto: Plan de Manejo y Desarrollo Territorial.* MARN y Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbanístico | Mapa de uso y cultivos correspondientes a la década delos 90 |
| | 2007 | *Mapa de la cobertura forestal en El Salvador.* Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Usando imágenes Aster del 2006. | Mapa de Cobertura Forestal. |
| **Nicaragua** | 1952 | *Inventario General de Bosques (1950)* Producto de la visita de la Primera Misión de la FAO a Nicaragua, en 1949. | Diagnóstico y propuesta de desarrollo de los sectores agrícola, ganadero y forestal de Nicaragua |
| | 1981 | *Mapa de Uso de Suelo (INETER-GEOMAP)* Basado en imágenes de LANDSAT-MSS de 1977-1978. Fue Realizada en Roma, Italia. Constituye el principal punto de referencia para determinar los cambios en el uso de la tierra en los últimos 25 años. | Mapa de Uso de Suelo a escala 1:250.000, |
| | 1995 | *Mapa Forestal de Nicaragua MARENA (1992-1995)* se basó en las interpretaciones de fotografías aéreas de 1987 y 1988 a escala 1:30,000. Se realizaron también algunos estudios de campo. | Mapa forestal nacional a escala 1:500 000 y otros mapas forestales por departamento. |
| | 2000 | *Mapa Forestal Nacional de INAFOR– MAGFOR (2000*) Esta basado en una clasificación supervisada de imágenes de LANDSAT del periodo 1996-2000 y trabajo de campo. | Mapa Forestal Nacional y diversos temas cartográficos como: mapas forestales por departamentos y mapa de áreas protegidas. |
| | 2000 | *Mapa de Ecosistemas y Formaciones Vegetales MARENA (2000)* primer mapa de vegetación usando imágenes LANSAT TM a la escala 1: 250,000. Se utilizó el sistema de clasificación Mueller - Dombois & Ellemberg (1967, 1974) de la UNESCO. | Información actualizada sobre vegetación, permite visualizar el avance de la frontera agrícola a nivel nacional. |
| | 2001 | *Valoración Forestal de Nicaragua. MAGFOR/PROFOR (2000)* se usaron las definiciones de uso de tierra de la FAO, planes de manejo en bosque de coníferas y latifoliados, información de campo e imágenes satelitales Landsat TM. | Estimaciones actualizadas del total de área, y estado de bosque que existían en el país. |
| | 2006 | *Actualización del Mapa de Ecosistemas y Formaciones Vegetales (2006).* Se unificaron las categorías del mapa de 2006. Se desprende del estudio: *Análisis de Vacíos de Conservación TNC-MARENA 2006* | Actualización del Mapa de Ecosistemas y Formaciones vegetales con año base 2006 |

| País | Año | Observaciones | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| | 2008 | *Inventario Nacional Forestal. (2007-2008)* Utiliza la metodología del Programa de Monitoreo y Evaluaciones Nacionales Forestales de la FAO (NFMA). Pretende sentar las bases para el establecimiento de un sistema de monitoreo forestal permanente. | Datos de cobertura, estado de los bosques, plantaciones, funciones ambientales y socioeconómicas de los ecosistemas forestales. |
| **Costa Rica** | 1965 | *Mapa de Cobertura Forestal (IDA/PNUD/FAO)* publicado por el IGN en 1967 | Mapa de 1965 a escala 1:1.000.000 |
| | 1977 | *Estudio sobre la distribución de los bosques a nivel nacional.* Basado en cartografía a escala 1:50,000, fotos aéreas en blanco y negro a escalas entre 1:15,000 y 1:60,000, imágenes Landsat (MSS) de 1975, sobrevuelos en avioneta y trabajo de campo. | Mapa de distribución de bosques escala 1:1000000. |
| | 1984 | *Mapa de uso actual de la tierra ((IGN-MAG-SEPSA)* se utilizaron imágenes impresas del satélite Landsat (MSS), fotos aéreas de 1980-1983 y comprobación de campo | Mapa analógico de uso-cobertura de la tierra a escala 1:200.000 |
| | 1996 | *Atlas del Cambio de Cobertura de la Tierra en Costa Rica 1979-1992 (IMN-MAG-SINAC)*. Elaborado como parte del proyecto "Inventario Nacional de GEI" Se realizó a través de interpretación visual de imágenes de satélites de LANDSAT MSS y TM. | Mapas de Cambio de Uso de la Tierra 1979 y 1992 escala 1:200.000 |
| | 1997 | Estudio de Cobertura Forestal Actual (1996-97) y de Cambio de cobertura para el Período entre 1986/87 y 1996/97 para Costa Rica. CCT/FONAFIFO/CIEDES/CI | Mapa de Cobertura Forestal 1996-1997. Estimaciones de tasa de deforestación y recuperación de cobertura boscosa del país. |
| | 1997 | *Mapa de cobertura de la tierra en Costa Rica (IMN/SINAC/MINAE/MAG)* Usando imágenes Landsat TM DE 1996 Y 1997, fotos aéreas de 1997 y trabajo de campo. | Mapa con cobertura de suelo en categorías generales de uso. |
| | 1998 | *Mapa de Cobertura Boscosa de Costa Rica*<br>Se utilizaron imágenes Landsat de los años 1979, 1982 y 1986 | Datos sobre cobertura forestal en el país en los diferentes años. |
| | 2001 | *Estudio Piloto para el Inventario Forestal Nacional.* Se desarrollo como parte del Levantamiento Forestal Global de FAO. Tiene el objetivo de desarrollar una metodología para homogenizar la recolección de datos de inventarios forestales en países tropicales. | Manual de campo, 156 fotografías aéreas interpretadas, base de datos geográfica y socioeconómica del pasi. |
| | 2001 | *Estudio de Cobertura Forestal de Costa Rica* 2000 (CCT/EOSL/FONAFIFO). Se utilizaron imágenes Landsat TM 7 para el año 2000. | Mapa base de cobertura forestal 2000. Datos sobre perdida de cobertura y crecimiento secundario para el periodo 1997-2000 |
| | 2005 | *Estudio de Monitoreo de Cobertura Forestal de Costa Rica 2005. (FONAFIFO/ITCR/Universidad de Alberta).* Clasificación de la cobertura forestal con imágenes Landsat ETM+ del 2005. | Mapa de la Cobertura Forestal de Costa Rica 2005 |

| País | Año | Observaciones | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| Panamá | 1947-1974 | *Inventario s Nacionales Forestales para los años 1947, 1970 y 1974. El de 1970 fue realizado por la FAO.* | Primeras estimaciones de la cobertura forestal del país. |
| | 1986 | *Informe Nacional Forestal (*SIG/INRENARE/1994) se usaron imágenes LANDSAT MSS. | Datos de cobertura forestal y cambio de uso de suelo |
| | 1992 | *Informe de Cobertura Boscosa 1992 (INRENARE, 1995).* Se utilizaron imágenes de satélite LANDSAT TM a escala de 1:250 000, la tasa de deforestación se estimó comparando con los datos del estudio de cobertura de 1986 | Mapa de cobertura boscosa 1986-1992<br>Datos de superficie y tipo de bosque. |
| | 2000 | *Informe Final de la Cobertura Boscosa y Uso del Suelo de la República de Panamá: 1992-2000*, | Datos de cobertura boscosa y estimaciones de deforestación a nivel nacional. |
| | 2000 | *Mapa de Vegetación* ANAM. Usando imágenes satelitales y fotografías aéreas | Mapa de vegetación de Panamá según clasificación de la UNESCO. |
| | 2008 | *Actualización del Mapa de Vegetación, Uso y Cobertura Boscosa de Panamá del año 2000.* Se utilizaron imágenes de satélite de Landsat 7 ETM+ y Aster para los periodos de 2006-2007 y 2008-2009 | Actualización del mapa de uso y cobertura boscosa y mapa de vegetación, elaboración del mapa de tipos de ecosistemas.<br>Análisis multitemporal de cobertura boscosa. |

# Anexo 2. Metodología para el Análisis Comparativo de Uso de la Tierra

**Areas Protegidas por Pais (sin México)**

| Paises | Áreas protegidas | | ÁREA PAISES | |
|---|---|---|---|---|
| | miles de ha | AP/APTOT% | miles de ha | AP/PAIS % |
| Belice | 806,4251 | 6,9 | 2.215,61 | 36,4 |
| Costa Rica | 1266,846 | 10,9 | 5.127,13 | 24,7 |
| El Salvador | 59,79696 | 0,5 | 2.077,65 | 2,9 |
| Guatemala | 3433,195 | 29,4 | 10.932,70 | 31,4 |
| Honduras | 1906,819 | 16,3 | 11.289,65 | 16,9 |
| Nicaragua | 2195,665 | 18,8 | 12.956,81 | 16,9 |
| Panamá | 2001,135 | 17,1 | 7.855,78 | 25,5 |
| Total | 11669,88 | 100,0 | 52.455,33 | 22,2 |

**Cobertura en Áreas protegidas según PROARCA 1998 Clasificación simplificada en miles de hectáreas**

| Cobertura en Áreas protegidas según PROARCA 1998 Clasificación simplificada en miles de hectáreas | Belize | | Costa Rica | | El Salvador | | Guatemala | | Honduras | | Nicaragua | | Panamá | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % |
| Bosques | 537,15 | 66,6 | 840,14 | 66,3 | 21,41 | 35,8 | 2.676,83 | 78,0 | 1.601,01 | 84,0 | 1.626,80 | 74,1 | 1.362,70 | 68,1 | 8.666,04 | 74,3 |
| Arbustivos | 78,46 | 9,7 | 27,19 | 2,1 | 5,24 | 8,8 | 232,89 | 6,8 | 99,77 | 5,2 | 54,09 | 2,5 | 56,36 | 2,8 | 554,00 | 4,7 |
| Agropecuarios | 168,43 | 20,9 | 277,66 | 21,9 | 28,94 | 48,4 | 252,93 | 7,4 | 123,49 | 6,5 | 350,95 | 16,0 | 423,95 | 21,2 | 1.626,35 | 13,9 |
| Urbanos y otros | 0,01 | 0,0 | 2,11 | 0,2 | 0,00 | 0,0 | 12,21 | 0,4 | 2,41 | 0,1 | 4,38 | 0,2 | 16,51 | 0,8 | 37,63 | 0,3 |
| Aguas y pantanos | 8,18 | 1,0 | 93,05 | 7,3 | 0,68 | 1,1 | 253,78 | 7,4 | 24,38 | 1,3 | 142,66 | 6,5 | 61,51 | 3,1 | 584,24 | 5,0 |
| Sin dato | 14,19 | 1,8 | 26,70 | 2,1 | 3,52 | 5,9 | 4,55 | 0,1 | 55,76 | 2,9 | 16,80 | 0,8 | 80,11 | 4,0 | 201,63 | 1,7 |
| sin clasificación | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,0 |
| **Total** | **806,43** | **100,0** | **1.266,85** | **100,0** | **59,80** | **100,0** | **3.433,19** | **100,0** | **1.906,82** | **100,0** | **2.195,66** | **100,0** | **2.001,13** | **100,0** | **11.669,88** | **100,0** |

**Cobertura en Áreas protegidas según MODIS 2007 Clasificación simplificada en miles de hectáreas**

| Cobertura en Áreas protegidas según MODIS 2007 Clasificación simplificada en miles de hectáreas | Belize | | Costa Rica | | El Salvador | | Guatemala | | Honduras | | Nicaragua | | Panamá | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % |
| Bosques | 685,01 | 84,9 | 950,67 | 75,0 | 11,89 | 19,9 | 2.168,92 | 63,2 | 1.544,21 | 81,0 | 1.525,61 | 69,5 | 1.539,18 | 76,9 | 8.425,49 | 72,2 |
| Arbustivos | 42,32 | 5,2 | 75,06 | 5,9 | 29,72 | 49,7 | 903,75 | 26,3 | 167,10 | 8,8 | 151,44 | 6,9 | 89,09 | 4,5 | 1.458,47 | 12,5 |
| Agropecuarios | 40,07 | 5,0 | 98,69 | 7,8 | 13,07 | 21,9 | 276,00 | 8,0 | 87,42 | 4,6 | 132,13 | 6,0 | 61,53 | 3,1 | 708,92 | 6,1 |
| Urbanos y otros | 1,30 | 0,2 | 2,78 | 0,2 | 1,03 | 1,7 | 7,83 | 0,2 | 1,27 | 0,1 | 3,94 | 0,2 | 1,54 | 0,1 | 19,70 | 0,2 |
| Aguas y pantanos | 22,31 | 2,8 | 67,67 | 5,3 | 3,87 | 6,5 | 63,50 | 1,8 | 64,61 | 3,4 | 108,84 | 5,0 | 55,93 | 2,8 | 386,74 | 3,3 |
| Sin dato | 6,89 | 0,9 | 66,41 | 5,2 | 0,00 | 0,0 | 12,24 | 0,4 | 10,54 | 0,6 | 259,25 | 11,8 | 217,82 | 10,9 | 573,16 | 4,9 |
| sin clasificación | 8,51 | 1,1 | 5,56 | 0,4 | 0,21 | 0,4 | 0,96 | 0,0 | 31,67 | 1,7 | 14,46 | 0,7 | 36,05 | 1,8 | 97,42 | 0,8 |
| **Total** | **806,43** | **100,0** | **1.266,85** | **100,0** | **59,80** | **100,0** | **3.433,19** | **100,0** | **1.906,82** | **100,0** | **2.195,66** | **100,0** | **2.001,13** | **100,0** | **11.669,88** | **100,0** |

**Cambios en Áreas protegidasPROARCA1998/ MODIS 2007 Clasificación simplificada en miles de hectáreas**

| Cambios en Áreas protegidasPROARCA1998/ MODIS 2007 Clasificación simplificada en miles de hectáreas | Belize | | Costa Rica | | El Salvador | | Guatemala | | Honduras | | Nicaragua | | Panamá | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % | miles de ha | % |
| Bosques | 147,86 | 18,33 | 110,53 | 8,72 | -9,52 | -15,92 | -507,91 | -14,79 | -56,80 | -2,98 | -101,19 | -4,61 | 176,48 | 8,82 | -240,55 | -2,06 |
| Arbustivos | -36,14 | -4,48 | 47,87 | 3,78 | 24,48 | 40,94 | 670,86 | 19,54 | 67,33 | 3,53 | 97,35 | 4,43 | 32,73 | 1,64 | 904,47 | 7,75 |
| Agropecuarios | -128,35 | -15,92 | -178,97 | -14,13 | -15,87 | -26,53 | 23,07 | 0,67 | -36,07 | -1,89 | -218,82 | -9,97 | -362,42 | -18,11 | -917,43 | -7,86 |
| Urbanos y otros | 1,29 | 0,16 | 0,67 | 0,05 | 1,03 | 1,73 | -4,38 | -0,13 | -1,14 | -0,06 | -0,43 | -0,02 | -14,97 | -0,75 | -17,93 | -0,15 |
| Aguas y pantanos | 14,13 | 1,75 | -25,38 | -2,00 | 3,19 | 5,33 | -190,28 | -5,54 | 40,23 | 2,11 | -33,82 | -1,54 | -5,58 | -0,28 | -197,50 | -1,69 |
| Sin dato | -7,29 | -0,90 | 39,72 | 3,14 | -3,52 | -5,89 | 7,69 | 0,22 | -45,23 | -2,37 | 242,45 | 11,04 | 137,71 | 6,88 | 371,53 | 3,18 |
| sin clasificación | 8,51 | 1,06 | 5,56 | 0,44 | 0,21 | 0,35 | 0,96 | 0,03 | 31,67 | 1,66 | 14,46 | 0,66 | 36,05 | 1,80 | 97,42 | 0,83 |
| **Total** | **-0,00** | **-0,00** | **-0,00** | **-0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **-0,00** | **-0,00** | **0,00** | **-0,00** | **-0,00** | **-0,00** |

| Países | BELIZE | | COSTA RICA | | EL SALVADOR | | GUATEMALA | | HONDURAS | | NICARAGUA | | SUBTOTAL CA sin panamá | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cambios** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** |
| Pérdida mayor del 60% | 0 | 0.00 | 3 | 0.06 | | 0.00 | 0 | 0.00 | 4 | 0.04 | 27 | 0.21 | 34 | 0.08 |
| Pérdida entre 45 y 60% | 3 | 0.14 | 27 | 0.53 | 0 | 0.00 | 11 | 0.10 | 51 | 0.45 | 191 | 1.50 | 283 | 0.64 |
| Pérdida entre 30 y 45% | 39 | 1.78 | 103 | 2.01 | 5 | 0.24 | 88 | 0.81 | 166 | 1.48 | 548 | 4.29 | 949 | 2.14 |
| Pérdida entre 15 y 30% | 127 | 5.78 | 435 | 8.50 | 93 | 4.53 | 588 | 5.39 | 669 | 5.95 | 1,485 | 11.63 | 3,397 | 7.67 |
| Pérdida entre 0 y 15 | 1021 | 46.49 | 1948 | 38.05 | 969 | 47.20 | 3,597 | 32.96 | 4,185 | 37.22 | 4,926 | 38.58 | 16,646 | 37.58 |
| Aumento de 0 a 15% | 765 | 34.84 | 1732 | 33.83 | 905 | 44.08 | 4,893 | 44.83 | 4,533 | 40.32 | 3,992 | 31.27 | 16,820 | 37.97 |
| Aumento de 15 a 30% | 194 | 8.83 | 632 | 12.35 | 79 | 3.85 | 1,464 | 13.41 | 1,357 | 12.07 | 1,245 | 9.75 | 4,971 | 11.22 |
| Aumento de 30 a 45% | 41 | 1.87 | 190 | 3.71 | 2 | 0.10 | 245 | 2.24 | 240 | 2.13 | 299 | 2.34 | 1,017 | 2.30 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aumento de 45 a 60% | 6 | 0.27 | 45 | 0.88 | 0 | 0.00 | 28 | 0.26 | 38 | 0.34 | 54 | 0.42 | 171 | 0.39 |
| Aumento mayor del 60% | 0 | 0.00 | 4 | 0.08 | | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 5 | 0.01 |
| **Total general** | **2,196** | 100.00 | **5,119** | 100.00 | **2,053** | 100.00 | **10,914** | 100.00 | **11,243** | 100.00 | **12,768** | 100.00 | **44,293** | 100.00 |
| Tot. Aumento | 1,006 | 45.81 | 2,603 | 50.85 | 986 | 48.03 | 6,630 | 60.75 | 6,168 | 54.86 | 5,591 | 43.79 | 23,288 | 52.58 |
| Tot. Pérdida | 1,190 | 54.19 | 2,516 | 49.15 | 1,067 | 51.97 | 4,284 | 39.25 | 5,075 | 45.14 | 7,177 | 56.21 | 21,605 | 48.78 |
| **Balance** | **-184** | -8.38 | **87** | 1.70 | **-81** | -3.95 | **2,346** | 21.50 | **1,093** | 9.72 | **-1,586** | -12.42 | **1,683** | 3.80 |
| Aumento mayor del 15% | 241 | 10.97 | 871 | 17.02 | 81 | 3.95 | 1,737 | 15.92 | 1,635 | 14.54 | 1,599 | 12.52 | 6,164 | 13.92 |
| Pèrdida mayor del 15% | 169 | 7.70 | 568 | 11.10 | 98 | 4.77 | 687 | 6.29 | 890 | 7.92 | 2,251 | 17.63 | 4,663 | 10.53 |
| **Balance** | 72 | 3.28 | 303 | 5.92 | -17 | -0.83 | 1,050 | 9.62 | 745 | 6.63 | -652 | -5.11 | 1,501 | 3.39 |

Aumento/Pérdida de cobertura vegetal según datos de cambios de cobertura King's College

Territorios Indígenas- Áreas con presencia Indígenas

| Países | BELIZE | | COSTA RICA | | EL SALVADOR | | GUATEMALA | | HONDURAS | | NICARAGUA | | PANAMA | | SUBTOTAL | | México | | Total general | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cambios** | **Ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** | **ha** | **%** |
| Pérdida mayor del 60% | 241 | 0.03 | 169 | 0.04 | | 0.00 | 727 | 0.01 | 2,052 | 0.07 | 8,353 | 0.20 | 7,407 | 0.57 | 18,949 | 0.12 | 379 | 0.00 | 19,328 | 0.08 |
| Pérdida entre 45 y 60% | 2,546 | 0.34 | 1,115 | 0.26 | 333 | 0.07 | 6,017 | 0.11 | 22,575 | 0.73 | 69,642 | 1.65 | 22,208 | 1.70 | 124,439 | 0.79 | 4,762 | 0.06 | 129,201 | 0.54 |
| Pérdida entre 30 y 45% | 13,997 | 1.90 | 4,728 | 1.12 | 2,152 | 0.42 | 31,648 | 0.58 | 66,424 | 2.14 | 208,857 | 4.95 | 44,708 | 3.41 | 372,525 | 2.36 | 47,526 | 0.57 | 420,051 | 1.75 |
| Pérdida entre 15 y 30% | 53,036 | 7.18 | 21,037 | 4.98 | 28,147 | 5.50 | 225,743 | 4.11 | 219,644 | 7.08 | 474,609 | 11.26 | 90,564 | 6.91 | 1112,820 | 7.05 | 382,658 | 4.63 | 1495,478 | 6.22 |
| Pérdida entre 0 y 15 | 227,374 | 30.80 | 112,815 | 26.71 | 204,846 | 40.00 | 1295,786 | 23.62 | 952,983 | 30.71 | 1190,611 | 28.24 | 306,647 | 23.41 | 4291,242 | 27.18 | 2153,322 | 26.03 | 6444,564 | 26.79 |
| Aumento de 0 a 15% | 345,151 | 46.75 | 229,198 | 54.26 | 250,488 | 48.91 | 2678,838 | 48.83 | 1453,548 | 46.84 | 1676,425 | 39.77 | 552,909 | 42.21 | 7186,842 | 45.52 | 4446,651 | 53.76 | 11633,493 | 48.35 |
| Aumento de 15 a 30% | 75,688 | 10.25 | 38,831 | 9.19 | 24,869 | 4.86 | 1005,092 | 18.32 | 317,535 | 10.23 | 393,956 | 9.35 | 182,839 | 13.96 | 2038,872 | 12.91 | 1044,279 | 12.63 | 3083,151 | 12.81 |
| Aumento de 30 a 45% | 16,693 | 2.26 | 11,337 | 2.68 | 1,186 | 0.23 | 209,675 | 3.82 | 58,403 | 1.88 | 156,045 | 3.70 | 71,666 | 5.47 | 525,020 | 3.33 | 176,119 | 2.13 | 701,139 | 2.91 |
| Aumento de 45 a 60% | 3,367 | 0.46 | 2,442 | 0.58 | 83 | 0.02 | 29,752 | 0.54 | 9,626 | 0.31 | 34,669 | 0.82 | 23,799 | 1.82 | 103,741 | 0.66 | 15,210 | 0.18 | 118,951 | 0.49 |
| Aumento mayor del 60% | 243 | 0.03 | 764 | 0.18 | | 0.00 | 3,031 | 0.06 | 520 | 0.02 | 2,144 | 0.05 | 7,070 | 0.54 | 13,772 | 0.09 | 494 | 0.01 | 14,266 | 0.06 |
| **Total general** | **738,336** | 100.00 | **422,436** | 100.00 | **512,104** | 100.00 | **5486,309** | 100.00 | **3103,310** | 100.00 | **4215,311** | 100.00 | **1309,817** | 100.00 | **15788,223** | 100.00 | **8271,400** | 100.00 | **24059,623** | 100.00 |
| Tot. Aumento | 441,142 | 59.75 | 282,572 | 66.89 | 276,626 | 54.02 | 3926,388 | 71.57 | 1839,632 | 59.28 | 2263,239 | 53.69 | 838,283 | 64.00 | 9868,247 | 62.50 | 5682,753 | 68.70 | 15551,000 | 64.64 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tot. Pérdida | 297,194 | 40.25 | 139,864 | 33.11 | 235,478 | 45.98 | 1559,921 | 28.43 | 1263,678 | 40.72 | 1952,072 | 46.31 | 471,534 | 36.00 | 5919,976 | 37.50 | 2588,647 | 31.30 | 8508,623 | 35.36 |
| **Balance** | **143,948** | 19.50 | **142,708** | 33.78 | **41,148** | 8.04 | **2366,467** | 43.13 | **575,954** | 18.56 | **311,167** | 7.38 | **366,749** | 28.00 | **3948,271** | 25.01 | **3094,106** | 37.41 | **7042,377** | 29.27 |
| Aumento mayor del 15% | 95,991 | 13.00 | 53,374 | 12.63 | 26,138 | 5.10 | 1247,550 | 22.74 | 386,084 | 12.44 | 586,814 | 13.92 | 285,374 | 21.79 | 2681,405 | 16.98 | 1236,102 | 14.94 | 3917,507 | 16.28 |
| Pèrdida mayor del 15% | 69,820 | 9.46 | 27,049 | 6.40 | 30,632 | 5.98 | 264,135 | 4.81 | 310,695 | 10.01 | 761,461 | 18.06 | 164,887 | 12.59 | 1628,734 | 10.32 | 435,325 | 5.26 | 2064,059 | 8.58 |
| **Balance** | 26,171 | 3.54 | 26,325 | 6.23 | -4,494 | -0.88 | 983,415 | 17.92 | 75,389 | 2.43 | -174,647 | -4.14 | 120,487 | 9.20 | 1052,671 | 6.67 | 800,777 | 9.68 | 1853,448 | 7.70 |

Aumento/Pérdida de cobertura forestal en Territorios Indigenas según datos de cambios de cobertura
King's College

# Anexo 3. Bibliografía

Achard F. et al., 1998. Identification of reforestation hot spot areas in the humid tropics, publications series B, research report n°4. Trees E.C., Luxembourg, European Commission, pp. 99.

Acuña, G. 2006. Producción de piña en Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica. Ambientico. 158 (1), 2p.

Alexandra Fischer and Liette Vasseur. 2000. The crisis in shifting cultivation practices and the promise of agroforestry: a review of the Panamanian experience. Biodiversity and Conservation 9 (6): 739-756.

Angelsen A. and Kaimowitz D. 1999. Rethinking the Causes of Deforestation: Lessons from Economic Models. The World Bank Research Observer 14(1):73-98.

Baumeister, E. 2004. Nicaragua: Public Strategies and Rural Poverty in the Ninety´s. 1 ed. – San José, C.R. RUTA, 2004. 40 p.

Bilsborrow, R. and H.W.O. Okoth-Ogendo. 1992. Population-driven changes in land-use in developing countries. Ambio 21(1): 37-45.

Böttcher, H., et al. 2009. An assessment of monitoring requirements and costs of 'Reduced Emissions from Deforestation and Degradation'. Carbon Balance and Management 4: 7.

Briassoulis H. 2000. Sustainable tourism and the question of the commons. Annals of Tourism Research, 29 (4): 1065-1085.

Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Rainforests. Urbana, Illinois, USA: Forest Resources Assessment. 1-37.

Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges Environ. Pollut. 116 363-72.

Brown, S., Lugo, Ariel E. 1982. The Storage and Production of Organic Matter in Tropical Forests and Their Role in the Global Carbon Cycle. Biotropica 14 (3): 161-187.

Castillo, P. E., et al. 1989. Proyecciones de los principales indicadores forestales de México a largo plazo (1988-2012). Reporte interno, Subsecretaría Forestal, Cooperación México-Finlandia, SARH, México.

Cifuentes-Jara, Miguel. 2008. Dissertation, Ph.D., Oregon State University, Corvallis, OR. Aboveground biomass and ecosystem carbon pools in tropical secondary forests growing in six life zones of Costa Rica. Oregon State University, US: Editorial Corvallis, OR. 164p.

Chowdhury, R.R., Schneider, L.C., Ogneva-Himmelberger, Y., Macario-Mendoza, P., Cortina-Villar, S., Barker-Plotkin, A., 2004. Land cover and land use: classification and change analysis. In: Turner, B.L., IIII, Geoghegan, J., Foster, D.R. (Eds.), Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucata´ n: Final Frontiers. Oxford University Press, Oxford, pp. 106–141.

Contreras-Hermosilla, A. 2000. The Underlying Causes of Forest Decline. CIFOR OCCASIONAL PAPER. 30 (1): 1-29.

Cortina-Villar, H., et al. 1999. Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur del estado de Campeche y Quintana Roo, México. Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 38, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 41-50.

Danielsen, F., et al. 2007. Increasing conservation management action by involving local people in natural resource monitoring. Ambio 36:566–570.

De Jong, B. H. J., et al. 2000. Carbon flux and patterns of landuse/land cover change in the Selva Lacandona, Mexico. Ambio 29 (8): 504-511.

De Jong BHJ, Hellier A., et al. 2005. Application of the "Climafor" approach to estimate baseline carbón emissions of a forest conservation project in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 10:265-278.

Denman, K. L., et al. 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry.
Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. Miller, eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

FAO (Food and Agriculture Organization): 1988, An Interim Report on The State of Forest Resources in the Developing Countries, Forest Resources Division, Forestry Department, FAO, Rome.

FAO (Food and Agriculture Organization): 1990, Evaluación de los Recursos Forestales de 1990: Informe de México, FAO, Mexico City.

Fearnside, P.M. and W.M. Guimarães. 1996. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. Forest Ecology and Management 80(1-3): 35-46.

Flamenco-Sandoval A., Martinez Ramos M., Masera O.R. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. Biological Conservation, 138 (1-2), pp. 131-145.

Galloway, Glenn E., Stoian, Dietmar. 2007. Barriers to Sustainable Forestry in Central America and Promising Initiatives to Overcome Them. Journal of Sustainable Forestry 24(2): 189-207.

Geist HJ, Lambin EF. 2001. What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate causes and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. LUCC Report Series No.4, LUCC International Project Office, Louvain-la-Neuve, 116 pp.

Gurney, K. R., et al. 2002. Towards robust regional estimates of CO2 sources and sinks using atmospheric transport models. Nature 415: 626–630.

Hayes, T.B., et al. 2002. Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. Proceedings of the National Academy of Sciences 99:5476-5480.

Hecht, SB. 1992. Logics of livestock and deforestation: the case of Amazonia. In: Downing TE, Hecht S, Pearson HA, Carmen Garcia editor. Development or Destruction: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America. Boulder, CO: Westview Press; 1992; p. 7.

Jean-Pierre Tremblay, Jean Huot and François Potvin. 2006. Divergent nonlinear responses of the boreal forest field layer along an experimental gradient of deer densities. Oecologia. 150(1): 78-88.

Jobse, Judith C. 2008. Impacts of forest-to-agriculture conversion on aboveground and soil carbon and nitrogen stocks along a bioclimatic gradient in Costa Rica. Electronic Theses and Dissertations. OSU Library Catalog.

Kaimowitz D., 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? In: Angelsen A. and Kaimowitz D. (Editors), Agricultural technologies and tropical deforestation. CABI, Wallingford, pp. 1-20.
Kidd, C.V.; Pimentel, D. 1992. Integrated resource management: agroforestry for development. San Diego: Academic Press San Diego.

Kleinman P.J., et al. 1995. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture.Agriculture, Ecosystems and Environment, 52 (2-3): 235-249.

Kundzewicz, Z.W., et al. 2007. Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.

La Viña, Antonio. 2010. Ways Forward after Copenhagen: Reflections on the Climate Change Negotiating Processes by the REDD-Plus Facilitator. FIELD Working Paper.

Laurance et al.; 2002. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. Journal of Biogeography 29(5-6): 1-12.

Laurance. William F. 2009. Conserving the hottest of the hotspots. Biological Conservation 142(6): 1137.

López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Duhau, E., 2001. Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico. Landscape Urban Plan. 55, 271–285.

M. Scherer-Lorenzen, C. Potvin, J. Koricheva, B. Schmid, A. Hector, Z. Bornik, G. Reynolds and E.-D. Schulze. 2005. The Design of Experimental Tree Plantations for Functional Biodiversity Research. Forest Diversity and Function. 176 (E): 347-376.

Masera et al. 2007. Baselines for land-use change in the tropics: application to avoided deforestation projects . Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 12 (6), 1001-1026.

Masera et al. 2004. Assessment and Measurement Issues Related to Soil Carbon Sequestration in Land-Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUCF) Projects under the Kyoto Protocol . Climatic Change. 64 (3), 347-364.

Masera O., M. J. Ordoñez y R. Dirzo. 1992. Emisiones de carbón a partir de la deforestación en México. Ciencia (43): 151-153.

Mas J.-F., Velazquez A., Diaz-Gallegos J.R., Mayorga-Saucedo R., Alcantara C., Bocco G., Castro R., (...), Perez-Vega A. 2004. Assessing land use/cover changes: A nationwide multidate spatial database for Mexico. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 5 (4), pp. 249-261

Mendoza, E., Dirzo, R., 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. Biodiversity and Conservation 8, 1621–1641.

Mendoza E. 1997. Análisis de la deforestación de la Selva Lacandona: patrones, magnitud y consecuencias. B.Sc. Thesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Mertens, B., et al. 2002. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. Agricultural Economics 27(3): 269–294.

Monserud RA, Leemans R. 1992. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. Ecological Modelling, 62, 275-293.

Munroe, Darla K. & Southworth, Jane & Tucker, Catherine M., 2002. The dynamics of land-cover change in western Honduras: exploring spatial and temporal complexity. Agricultural Economics Blackwell, 27(3): 355-369.

Myers, N. 1989. Deforestation rates in tropical forest and their climatic implications. Friends of the Earth. London.

Nelson, et al., 2001. Deforestation, land use, and property rights: Empirical evidence from Darien, Panama. Land Economics 77(2):187-205.

Ortiz-Espejel B and Toledo VM (1998) Tendencias en la deforestación de la Selva Lacandona (Chiapas, México): el caso de las Cañadas. Interciencia 23: 318–327.

Pacheco P. 2005. Agricultural expansion and deforestation in lowland Bolivia: the import substitution versus the structural adjustment model. Land Use Policy 23(3): 205-225.

Plumwood, V.; Routley, R. 1982. World rainforest destruction: the social factors. Plant ecology. 12 (1): 4-22.

Post, W. M., et al. 1982. Soil carbon pools and world life zones. Nature 298: 156–159.

Potvin, C. and Bovarnick, A. 2008. Reducing Emissions from Deforestation and Key Degradation in Developing Countries: Key Actors, Negotiations and Actions. CCLR The Carbon & Climate Law Review 2(3): 264-272.

Repetto, R. 1989. The forest for the trees? Government policies and the misuse of forest resources. World Resource Institute, Washington, D.C.

Rudel T.K. 2007.Changing agents of deforestation: From state-initiated to enterprise driven processes, 1970-2000. Land Use Policy 24(1): 35-41.

Rudel, Tom, and Jill Roper. 1997. The Paths to Rain Forest Destruction: Crossnational Patterns of Tropical Deforestation, 1975-90. World Development 25(1): 53 - 65.

S. H. Lence, D. J. Hayes, and W. H. Meyers. 1992. Futures Markets and Marketing Firms: The U.S. Soybean-Processing Industry. American Journal of Agricultural Economics, 74 (1992): 716-725.

Sader, S.A., Sever, T., Smoot, J.C., Richards, M. & C.A. Behrens. 1994. Forest change estimates for the Northern Petén region of Guatemala - 1986-1990. Human Ecology. Special issue: Recent advances in the regional analysis of indigenous land use and tropical deforestation 22(3): 317-332.

Salazar, O. 2010. La producción de piña en Costa Rica. Available: http://www.aseprola.org/leer.php/145. Last accessed 29 Sept 2010.

Sánchez-Azofeifa, G. A., K. L. Castro-Esau, W. A. Kurz, and A. Joyce. 2009. Monitoring carbon stocks in the tropics and the remote sensing operational limitations: from local to regional projects. Ecological Applications 19:480–494.

SARH, 1991. Inventario Forestal Nacional de Gran Visión. Reporte principal. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre, México.

SARH, 1992. Inventario Forestal Nacional de Gran Visión. Reporte principal. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre, México, 49 pp.

Sloan S. 2008. Reforestation amidst deforestation: Simultaneity and succession. Global Environmental Change 18(3): 425-441.

Smith T.M., et al. 1993 The global terrestrial carbon cycle. Water Air Soil Pollut 70:19-3

Smith, Jonathan H. 2003. Land Cover Assessment of Indigenous Communities in the BOSAWAS Region of Nicaragua. Human Ecology 29(3):339-47.

Smith, T. M., et al. 1992. Sensitivity of Terrestrial Carbon Storage to CO2-Induced Climate Change: Comparison of Four Scenarios Based on General Circulation Models, Clim. Change 21, 367–384.

Toledo, V. M. 1989. Bio-economic costs of transforming tropical forest to pastures in Latinoamerica. In: S. Hecht (editor). Cattle ranching and tropical deforestation in Latinoamerica. Westview Press, Boulder Colorado.

Toledo, V. M., Carabias, J., Toledo, C., and González-Pacheco, C.: 1989, La Produccíon Rural en México: Alternativas Ecológicas, Fundacíon Universo Veintiuno, Mexico City.

Toledo, V. M. y C. Carrillo (Eds). (1992): Conservación y Desarrollo Sostenido en la Selva Lacandona: el caso de Las Cañadas Centro de Investigación en Energía y Desarrollo (CIEDAC). México, DF. 148 pp.

Tschakert P., Coomes O.T., Potvin C. 2007. Indigenous livelihoods, slash-and-burn agriculture, and carbon stocks in Eastern Panama. Ecological Economics 60(4): 807-820.

Turner II, B. L., et al. 2001. Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: An integrative approach. Forest Ecology and Management 154(3): 343-70.

Veldkamp A., Verburg P.H. 2004. Modelling land use change and environmental impact. Journal of Environmental Management, 72 (1-2): 1-3.

Verburg et al. 2004. Land use change modelling: current practice and research priorities. GeoJournal. 61 (4): 309-324

Vine, E. and J. Sathaye. 1997. The Monitoring, Evaluation, Reporting, and Verification o f Climate Change Mitigation Projects: Discussion of Issues and Methodologies and Review of Existing Protocols and Guidelines. LBNL-40316. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Vine, E., Sathaye, J. 1997. The monitoring, evaluation, reporting, and verification of climate change mitigation projects: discussion of issues and methodologies and review of existing protocols and guidelines. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory. 1-106.

Walker, R.T. 2004. Theorizing Land Cover and Land Use Change: The Case of Tropical Deforestation. International Regional Science Review. Vol. 27(3): 247-270.

Wassenaar T., et al. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change 17(1): 86-104.

Wood, C.H., and R. Porro, eds. 2002. Land use and deforestation in the Amazon. Gainesville, Florida: University Press of Florida.

Wright, S. J., and M. J. Samaniego. 2008. Historical, demographic, and economic correlates of land-use change in the Republic of Panama. Ecology and Society 13(2): 17.

Zeledon E.B., Kelly N.M. 2009. Understanding large-scale deforestation in southern Jinotega, Nicaragua from 1978 to 1999 through the examination of changes in land use and land cover. Journal of Environmental Management 90(9): 2866-2872.