



kibeltik
Clima y medio ambiente



PM
Programa Mexicano del Carbono

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MECANISMO REDD+ EN CHIAPAS

INFORME DE LA FASE A
Reporte técnico:
situación actual e información disponible

MARZO DE 2012

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Coordinador del proyecto

- Fernando Paz

Colaboradores

- Ben de Jong
- Jorge Etchevers
- Sara Covalada
- Alejandro Ranero
- Elsa Esquivel
- Marcela Olguín
- Mariela Fuentes
- Ma. Isabel Marín
- Edgardo Medrano
- Rosa Cuevas



RESUMEN EJECUTIVO

El estudio de factibilidad para el mecanismo REDD+, busca contribuir al desarrollo de la estrategia REDD+ en el Estado de Chiapas. Este informe de la Fase A, es un reporte técnico, que describe la situación actual y revisa la información disponible para delinear la factibilidad de implementación de REDD+ en Chiapas.

El informe realiza una descripción general de la situación en Chiapas en relación a la implementación de REDD+, donde se consideran los antecedentes, problemática social, actividades tipo REDD+ actualmente en implementación, las dinámicas de uso del suelo, causas y tendencias de deforestación y degradación. Además se evalúa el marco inicial para el desarrollo de escenarios de referencia y el sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para el Estado de Chiapas.

En cuanto a los antecedentes, a la par de las negociaciones internacionales, a nivel nacional y estatal se han ido dando acontecimientos encaminados a desarrollar leyes y políticas que regulen las cuestiones relacionadas con el cambio climático y, más recientemente, con las estrategias REDD+. A nivel nacional en 2009 se creó un grupo de trabajo sobre REDD asociado a la CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático) y, posteriormente, el CTC-REDD+ (Consejo Técnico Consultivo) nacional. 2010 y 2011 fueron años de intensa actividad entorno a REDD+, en los que México presentó su R-PP al FCPF (*Forest Carbon Partnership Facility*), fue seleccionado como país piloto del FIP (*Forest Investment Program*) y el CTC de REDD+ redactó la Visión de México para REDD+, que fue presentada en la COP16 celebrada en Cancún en Diciembre de 2010. En 2011 se establecen las Acciones tempranas REDD+ en México, entre ellas la región de la Selva Lacandona, se prepara el Plan de Inversión Forestal y se elabora el primer borrador de la Estrategia Nacional.

Mientras tanto, Chiapas entró en 2010 a formar parte del Grupo de Trabajo de Gobernadores en Clima y Bosques (GCF), se firmó el MoU con Acre y California y se publicó la Ley para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. En 2011 se inician los pagos por parte del Gobierno estatal relacionados al concepto de REDD a comuneros de los Bienes Comunes de la Zona Lacandona, se instala el CTC-REDD+ estatal, se publica el Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH) y se instala formalmente la CICCCH (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Chiapas).

Entre estas actividades e instrumentos, se encontró que el mecanismo REDD+, se alinea con la Constitución Política del Estado de Chiapas y el Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012, además de programas como el PACCCH, que establece y brinda insumos para el desarrollo de la estrategia REDD+ en el Estado.

En relación a las actividades tipo REDD+, implementadas en programas y proyectos en el Estado, el estudio revisa las actividades apegadas a REDD+. Este análisis concluye que no hay relación entre los contenidos de los programas y proyectos existentes tanto a nivel

nacional como estatal. En general los programas sectoriales y especiales cuentan con metas que pueden ser relacionadas con el PECC¹, sin embargo, al bajar hasta los programas y proyectos institucionales, las metas no se definen, como sucede a nivel nacional, o no están actualizadas como se presenta a nivel estatal.

En el análisis de la problemática social se han considerado por un lado las condiciones particulares de Chiapas y por el otro se han retomado los planteamientos de Cancún identificándose las siguientes barreras como las principales para la aplicación y cumplimiento de las salvaguardas en REDD+: la propiedad y tenencia de la tierra, organización social, diversidad cultural, usos del suelo (manejo forestal en el estado ante otros), capacidades locales y, en general, el reconocimiento de las salvaguardas, con la finalidad de mitigar los impactos negativos que REDD+ pudiera causar en el momento de su diseño e implementación. Por el contexto de Chiapas, es importante poner especial énfasis en este punto, ya que la problemática social y sus salvaguardas pueden ser un punto crítico para la implementación del mecanismo REDD+.

En relación a las dinámicas de uso del suelo en el Estado, se ha observado que en la última década han cobrado relevancia los procesos de degradación de los bosques (380,482.9 ha de bosque se degradaron en el periodo 2000-2009). El cambio de uso del suelo de bosque a no bosque ha incrementado su importancia desde el año 2000 (263,233.2 ha fueron deforestadas entre 2000 y 2009), destacándose la apertura de tierras forestales para la implantación de potreros (pastos para usos ganaderos). También se han registrado procesos de regeneración de los bosques (principalmente por abandono de pastizales) aunque con una tendencia hacia la recuperación de coberturas deforestadas y de menor magnitud en relación a los procesos de degradación (314,725.6 ha se regeneraron entre 2000 y 2009). Para entender la dinámica de uso del suelo en distintas regiones de Chiapas se han elaborado modelos conceptuales denominados Modelos de Estados y Transiciones (METs) que representan los cambios que puede sufrir un determinado uso del suelo a consecuencia de perturbaciones naturales o antrópicas. Estos modelos esquemáticos constituyen herramientas sencillas de toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales y son capaces de incorporar actividades que entrarían en los mecanismos REDD+, evaluando su efectividad.

La deforestación y degradación forestal son procesos abruptos o progresivos, que suelen ir asociados, creando paisajes en mosaico. La situación actual de los recursos naturales en México y Chiapas está relacionada con las políticas forestales de explotación comercial y veda que se sucedieron en México a lo largo del siglo pasado, las cuales dejaron de lado a los habitantes de los bosques, llevando a la desvalorización del recurso bosque por parte de la gente que, en consecuencia desarrolló una escasa experiencia en el manejo de los recursos naturales.

¹ Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC)

Los factores que inciden en los procesos de deforestación y degradación forestal son de varios tipos (físicos, ambientales, socioeconómicos y difusos) y en un ambiente tan complejo como Chiapas actúan de manera conjunta. Las causas directas de la deforestación identificadas en el estado son el cambio de uso del suelo a usos agropecuarios, sobre todo para potreros, y los incendios forestales. En cuanto a las causas de la degradación, la extracción de productos forestales sin arreglo a planes de manejo, sobre todo madera (alrededor de un tercio de la madera extraída en el estado es ilegal) y leña tiene gran relevancia en el estado. En Chiapas el 16 % de la superficie estatal es considerada de alta prioridad en cuanto al uso y consumo de leña (sobre todo en la zona de las Montañas del Norte y Altos). Las plagas y enfermedades forestales, focalizadas principalmente en 6 municipios tienen localmente relevancia en los procesos de degradación forestal. Los incendios de superficie y el pastoreo en bosques presumiblemente también juegan un papel destacado en la degradación de los bosques del estado, pero no se dispone de datos precisos al respecto.

Los puntos críticos de la deforestación identificados en Chiapas son: a) La Selva Lacandona: Región Marqués de Comillas y zona Norte, b) Los Altos de Chiapas, c) La Reserva de la Biósfera La Sepultura, d) La Presa Nezahualcoyotl y el Ocote. Adicionalmente todo el área entorno a la Depresión Central está sometida a una fuerte presión. Precisamente, las áreas con mayor riesgo de deforestación en Chiapas se ubican en la Depresión Central, Sierra Madre, Altos y la zona de Marqués de Comillas según el modelo de deforestación elaborado para el PACCCH.

Una vez hecho el diagnóstico de la situación de Chiapas, se identificaron las actividades REDD+ con potencial de reducción de emisiones/captura de carbono en el sector ASOUS (Agricultura, Forestería y Otros Usos del Suelo) que, conjuntamente suponen un 76 % del total de emisiones totales estatales según el IEGEI (Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero), ver figura siguiente.

La evaluación inicial de las áreas con mayor potencial económico para la implementación de REDD+ en Chiapas, así como la cuantificación del potencial de reducción de emisiones/captura de carbono, se realizará en la Fase B del estudio de factibilidad, dadas las limitaciones de la información existente ya que aunque se dispone de información cartográfica en relación a la temática de REDD+ (*e.g.* se han áreas con mayor riesgo de deforestación en Chiapas), es necesario conocer la línea base de evaluación y la información económica para realizar los análisis de costo-beneficio, todo lo cual se desarrollará en la Fase B de este estudio.

Los requerimientos para el desarrollo de escenarios de referencia y MRV para el Estado de Chiapas, son evaluados enfocándose primeramente a los mercados obligatorios o de compromiso de la CMNUCC. El caso de los mercados voluntarios será discutido en la Fase B de este estudio. Además, en esta sección, se lleva a cabo una evaluación técnica de la información y modelos existentes relacionados con el escenario de referencia y MRV de REDD+ en Chiapas.

		Reducción de emisiones
Subsector Forestal	Deforestación	Prevenición y control de incendios forestales Frenar del avance de la frontera agropecuaria
	Degradación	Extracción de leña/carbón vegetal de forma controlada Control de la extracción de madera sin permiso Prevenición y control de incendios de superficie Control de las plagas y enfermedades forestales Manejo del pastoreo de ganado en el bosque Realización de obras de conservación de suelos
	Incremento almacenes	Forestación/reforestación Protección de bosques secundarios Plantaciones de enriquecimiento en acahuales Realización de obras de restauración de suelos degradados
	Conservación	Reforzar el sistema estatal de áreas naturales protegidas bajo diferentes mecanismos
	Manejo sustentable	Incrementar las áreas de bosque bajo PMF y con certificación
Subsector Agrícola		Labranza de conservación Evitado de quemas agrícolas Uso de cultivos de cobertera en invierno Sistemas agroforestales Aplicación de material orgánico Manejo de nitrógeno en la fertilización Manejo de histosoles Plantaciones de biocombustibles en áreas degradadas
Subsector Ganadero		Manejo de tierras de agostadero Pastoreo rotacional Prácticas silvopastoriles Bancos de proteínas Pastoreo en plantaciones y huertos

Los estándares de carbono relacionados con el sector ASOUS tienen el propósito de asegurar que las compensaciones generadas con la implementación de proyectos de mitigación de GEI sean reales, adicionales y permanentes. Dentro de los mercados regulados, sólo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) incluye actividades compensatorias para todo el subsector agrícola, forestal y otros usos del suelo en países en vías de desarrollo, aunque las metodologías sólo incluyen actividades enfocadas a la reconversión y enriquecimiento de usos del suelo no forestales (A/R). La cuantificación, reporte y mitigación de GEI con MDL tienen que ser congruentes con las guías del IPCC. Para la evaluación de la adicionalidad, el MDL usa herramientas propias avaladas por la CMNUCC.

Como elementos básicos del MRV y escenarios de referencia de REDD+, es necesario contar con una definición de bosque, tomando en cuenta los límites establecidos en el Acuerdo de Marruecos (COP 9) que considera los parámetros básicos de cobertura aérea y altura. De forma provisional México ha adoptado una definición de bosque de: área mínima 1 ha, cobertura aérea mínima de 10 % y altura a madurez de 2 m. Con esta definición se integran al concepto de bosques, zonas de transición entre bosques/selva a pastizales/cultivos agrícolas que permite integrar los intereses sectoriales de la CONAFOR

y la SAGARPA. Sobre la definición de degradación forestal no hay consenso, aunque se acepta que consiste en la pérdida de carbono por perturbaciones (naturales o antrópicas). Los criterios tomados para establecer estas definiciones tienen implicaciones directas sobre las reducciones de emisiones/ captura de carbono que estarán incluidas en REDD+ dentro de cada país.

El dato del carbono total se obtiene del producto de los factores de emisión (densidades de carbono de los usos del suelo) por los datos de actividad (áreas de uso del suelo). En cuanto a factores de emisión (considerando sólo los almacenes de biomasa aérea y suelo) se dispone en Chiapas: a) biomasa aérea, se tienen los datos del Inventario Forestal realizado en 1992-1994 por la extinta SARH (INFORES: 1,296 sitios circulares de 1,000 m²), los datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de la CONAFOR levantado entre 2004 y 2007 (3,572 sitios de 400 m²) y b) suelos, se dispone de los 245 perfiles levantados por INEGI entre 1982-2008. Adicionalmente, se ha recopilado información de trabajos realizados por otras instituciones no de gobierno en Chiapas (proyecto PMC-COLPOS-ECOSUR) y se dispone de los datos de los remuestreos llevados a cabo en los sitios del INFyS en las campañas 2009-2011, que consideran la medición de los cinco almacenes de carbono del IPCC. Por último en 2011, el PMC en asociación con GRENASER S.A. de C.V., desarrolló un inventario forestal en Chiapas usando una combinación de metodologías cuantitativas y semicuantitativas, levantándose un total de 2,501 sitios de 1,000 m².

En cuanto a los datos de actividad, la única información disponible en México son los mapas del INEGI² (1:250,000). Sin embargo, para la escala estatal y local es recomendable utilizar escalas más finas, que permitan considerar la deforestación y degradación forestal tipo mosaico. Para poder contar con una referencia adecuada, se desarrolló un esquema de clasificación simplificado de usos del suelo susceptible de ser evaluado usando información satelital. Para el año 2009 se generaron mapas usando imágenes pancromáticas Spot 5 con resolución 2.5 m y en 2011 se generó una serie de mapas multi-temporal usando imágenes Landsat 5 y 7 con resolución de píxeles de 30m x 30m para las clases Bosque, No bosque y Bosque Degradado, trabajo realizado por el COLPOS-PMC.

Para los mapas multi-temporales (resolución 30 x 30 m) se han estimado factores de emisión regionalizados para Chiapas (inventario estatal de GEI del PACCCH), para los distintos tipos de vegetación. Estos factores de emisión fueron usados para estimar el carbono total (biomasa viva y suelo) en el Estado de Chiapas para el periodo 1992-2010 a nivel de agregaciones de píxeles a diferentes escalas, lo que constituye el escenario de referencia de carbono total a nivel del Estado de Chiapas. La implementación subnacional de REDD+ requiere considerar otras escalas espaciales relevantes entre las que se destacan los municipios, las subcuencas y las comunidades/predios individuales.

Con respecto al desarrollo de escenarios de referencia a escala de proyecto, estos se

² Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

relacionan con los mercados de carbono voluntario. En este nivel se analiza el estándar Plan Vivo que se aplica en Chiapas al nivel local. Un problema asociado es que dependiendo de la metodología usada, un escenario de referencia elaborado a escala local puede quedar por encima o por debajo del escenario desarrollado a escala regional. Para evitar esto, es necesario desagregar los componentes del esquema REDD+ y considerar escenarios por deforestación, por degradación forestal, por conservación, por incremento de los almacenes de carbono y por manejo forestal sustentable.

Usando los METs elaborados para las regiones de Chiapas, asociando a cada estado (uso del suelo/tipo de vegetación) valores promedio de almacenes de carbono es posible desarrollar escenarios de referencia de carbono a escala de predios/comunidades, usando información de una región que, a su vez, es representativa del nivel local. Haciendo la fusión Plan Vivo-METs pueden transformarse las decisiones de un ordenamiento territorial local en balances de carbono de los almacenes. Además, es posible asociar información de análisis costo-beneficio a la dinámica del carbono (transiciones entre estados). En base a estos planteamientos se podría generar un estándar propio de carbono en Chiapas, más allá de Plan Vivo o masificar este estándar.

Esta agregación de escenarios de referencia multiescala permite anidar la información de vegetación y captura de carbono/reducción de emisiones, que puede ser utilizada para desarrollar escenarios de referencia para REDD+ válidos para los mercados emergentes o de compromiso.

Para la evaluación del marco inicial para el desarrollo de un MRV, los criterios asociados son: transparencia, consistencia, enfoque conservador, completez, precisión y relevancia. Para evitar los problemas asociados a las definiciones de bosque y degradación y en concordancia con los lineamientos y buenas prácticas del IPCC, el MRV debería estar orientado a balances para permitir su integración a los IEGEI (inventarios estatales) e INEGEI (inventarios nacionales) para el sector ASOUS. Con esta armonización, el MRV considera la conjunción de los factores de emisión y datos de actividad.

En relación a los datos de actividad o mapas de uso del suelo, la degradación forestal y el incremento en los almacenes de carbono son las actividades más críticas del sistema MRV en Chiapas. La estrategia de fusionar información terrestre y satelital ha sido propuesta como la mejor opción para el diseño e implementación del sistema MRV de REDD+. En el caso de México, se ha planteado un sistema de monitoreo satelital multi-escala que permite la integración espacial de sensores de diferente resolución y tiempos de revisita permitiendo el monitoreo continuo de la superficie terrestre. Así, es posible extender las mediciones terrestres tipo inventarios al calibrar los productos satelitales y generar estimaciones de mayor cobertura.

Los patrones interanuales de los productos satelitales asociados al MRV de REDD+ permiten obtener información razonable sobre que componente de REDD+ (deforestación, degradación, conservación, etc.) predomina a escala de pixeles

individuales en periodos de análisis más o menos largos. Por otra parte, los patrones intranuales permiten detectar eventos drásticos en el crecimiento de la vegetación (huracanes, incendios, deforestación, etc.) que se producen durante un año determinado.

En una perspectiva de servicios integrales del bosque, donde el bosque está ubicado en la parte media y alta de una cuenca hidrográfica, estos pueden plantearse en tres básicos: carbono, agua y biodiversidad, los cuales están interrelacionados entre sí. En relación a estos co-beneficios, la implementación de REDD+ requiere de la consideración de una escala intermedia entre comunidades y estado, dadas las limitaciones de información disponible. En este sentido se proponen las AGEBS (Áreas Geoestadísticas Básicas de INEGI) como elemento integrador. Esta escala umbral ha sido seleccionada por contener información socioeconómica para el desarrollo de indicadores del funcionamiento de REDD+, además de que cada AGEB está delimitada por un conjunto de predios y un conjunto de AGEBS delimitan un municipio. Así, esta multiescala predios-AGEBS-Municipios-Estado, permite el uso de las delimitaciones administrativas de gobierno para integrar ordenamientos territoriales de forma coherente. Para el caso de los servicios hidrológicos, la Cuenca-Subcuenca-Microcuenca hidrográfica es la unidad territorial adecuada, la cual puede aproximarse a un conjunto de AGEBS que la delimiten. En el caso de la biodiversidad, la perspectiva de corredores biológicos implica la necesidad de desarrollo de métricas de fragmentación/conectividad para poder establecer líneas base y esquemas de compensación financiera.

Por otra parte, la definición de escala para el esquema REDD+ en relación a la línea base y MRV, es un elemento importante a considerar en el enfoque subnacional, ya que las acciones de reducción de emisiones deben ser a escala local, y coordinadas con políticas estatales y federales. Esto debido principalmente a que la contabilidad se realiza a nivel de país o a nivel subnacional (estatal) para el enfoque anidado.

Una herramienta muy útil para la planeación a futuro de políticas públicas relacionadas con REDD+ son los modelos de contabilidad del carbono, como el modelo canadiense conocido como CBM-CFS3 que, para su uso en México requeriría de la parametrización de los datos de almacenes de carbono y tasas de transferencia. El ejercicio de modelación realizado para una región de Chiapas da una idea del potencial de este tipo de modelos.

Considerando toda la información presentada y discusión realizada en este informe, para finalizar, se hacen una serie de recomendaciones iniciales para poder armonizar la escala de proyecto (*e.g.* proyectos de AMBIO) en un enfoque jurisdiccional o anidado. Los requerimientos mínimos en este sentido, serían:

- El Gobierno de Chiapas y socios estratégicos deben definir la escala de implementación de REDD+, donde se desarrollaran escenarios de referencia y el MRV. La escala recomendada es la de AGEBS.
- Los proyectos individuales deberán usar los escenarios de referencia de la AGEB a la que pertenezcan, de tal modo que la escala de intervención esté armonizada a la

de implementación. Los monitoreos a escala de proyecto deberán seguir el esquema de inventarios estatales del carbono.

- Debe desarrollarse un enfoque jurisdiccional que minimice los riesgos asociados a incumplimientos y a las acciones de los no participantes en los mecanismos REDD+, de costo mínimo y que considere la situación de los impactos de eventos extremos (*e.g.* huracanes, incendios, etc.). Esto requiere del desarrollo de instrumentos financieros de gestión de riesgos que será considerado en la Fase B.

En la visión del desarrollo de un esquema más amplio de acciones de mitigación de GEI en el sector ASOUS y orientadas a mercados regulados, es posible usar otros instrumentos del Protocolo de Kioto y la CMNUCC con menores costos de implementación que el MDL, como son: las acciones de mitigación apropiadas nacionalmente (NAMAs, por sus siglas en inglés) y los programas de actividades (PoAs, por su siglas en inglés).

Como última consideración, un problema asociado a la evaluación de áreas de mayor potencial de implementación de los mecanismos REDD+ es la escala de análisis. La información disponible sólo permite el análisis a un nivel mínimo de municipios como primera aproximación. Por ello, la Fase B se centrará en la escala de municipios para la evaluación de la factibilidad de REDD+ en Chiapas.

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE REDD+ EN CHIAPAS	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Internacional	3
1.2.2. Nacional.....	6
1.2.3. Chiapas	9
1.3. Dinámicas de uso de suelo actuales en el estado	14
1.3.1. Cambio de uso del suelo	14
1.3.2. Modelos conceptuales de dinámica de uso del suelo.....	18
1.4. Descripción de las causas y tendencias de deforestación y degradación de bosques en el estado de Chiapas	22
1.4.1. Políticas forestales en México y Chiapas.....	23
1.4.2. Factores que inciden en la deforestación y la degradación en el Estado de Chiapas	25
1.4.3. Causas directas de la deforestación en Chiapas	32
1.4.4. Causas de la degradación en Chiapas	36
1.4.5. Puntos críticos de la deforestación y degradación identificados en Chiapas	39
1.4.6. Tendencias de la deforestación en Chiapas	41
1.5. Análisis de la problemática social actual y potencial que pueda afectar la implementación de REDD +	43
1.5.1. Propiedad y Tenencia de la Tierra.....	44
1.5.2. Organización local	45
1.5.3. El manejo forestal en el estado	47
1.5.4. Capacidades locales.....	48
1.5.5. Cambios en los usos de suelo.....	49
1.5.6. Diversidad Cultural	51
1.5.7. Coordinación Interinstitucional.....	54
1.5.8. Reconocimiento de las Salvaguardas por la Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático	56
1.5.9. Comentarios generales.	57
1.6. Descripción de las actividades tipo REDD+ actualmente en implementación en el Estado de Chiapas (políticas, programas y proyectos).	58

1.6.1.	Políticas	58
1.6.2.	Programas y proyectos.....	65
1.6.3.	Comentarios generales	85
2.	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REDD+ CLAVE PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES/CAPTURA DE CARBONO EN EL SECTOR ASOUS EN CHIAPAS.	93
2.1.	Subsector forestal	94
2.1.1.	Acciones tendentes a evitar la deforestación	94
2.1.2.	Acciones tendentes a evitar la degradación	97
2.1.3.	Incremento de los reservorios forestales de carbono	99
2.1.4.	Conservación de los reservorios de carbono forestal	100
2.1.5.	Manejo forestal sustentable	104
2.2.	Subsector agrícola	104
2.3.	Subsector ganadero	109
2.4.	Potenciales de reducción de emisiones o captura de carbono en el sector agropecuario	111
3.	EVALUACIÓN DEL MARCO INICIAL PARA EL DESARROLLO DE UN ESCENARIO DE REFERENCIA Y UN MRV A NIVEL ESTATAL.....	113
3.1.	Estándares y metodologías de los mercados de compromiso o regulados	114
3.2.	Elementos básicos constitutivos del MRV y escenarios de referencia de REDD+	118
3.3.	Bases de datos de factores de emisión disponibles en Chiapas	120
3.4.	Datos de actividad disponibles en Chiapas	126
3.5.	Escenarios de referencia históricos multi-escala	138
3.6.	Escenarios de referencia a nivel proyecto y su escalamiento.....	143
3.7.	METs y Plan Vivo: acoplamiento y extensión para escenarios de referencia	146
3.8.	Oportunidades de mitigación en el sector no forestal	153
3.9.	Sistemas MRV multi-escala en Chiapas.....	154
3.10.	Co-beneficios de REDD+ y sistemas MRV.....	163
3.11.	Escalas de implementación e intervención en servicios ambientales y REDD+.....	166
3.12.	Gobernanza forestal y sistemas MRV	171
3.13.	Inventarios de carbono estatales orientados a REDD+	176
3.14.	Monitoreos comunitarios y principio de la conservación de la incertidumbre	180
3.15.	Hacia esquemas de modelación biofísica y construcción de escenarios futuros	183

4. RECOMENDACIONES INICIALES PARA INTEGRAR LOS PROYECTOS PUNTUALES EXISTENTES EN EL MARCO GENERAL A NIVEL ESTATAL CON ENFOQUE ANIDADO.....	187
5. LIMITACIONES EN LA EVALUACION INICIAL DE AREAS DE MAYOR POTENCIAL PARA REDD+... ..	191
6. BIBLIOGRAFÍA	191

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cambio de uso del suelo en Chiapas en los periodos: 2000-2005, 2005-2007 y 2007-2009. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010f.....	16
Figura 2. Modelo de estados y transiciones (MET) genérico para Chiapas. Fuente: Covalada, 2010.	20
Figura 3. Superficies anuales afectadas por degradación y deforestación en Chiapas entre 1990 y 2009. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Paz <i>et al.</i> (2010f)	23
Figura 4. Superficie cultivada en Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP	33
Figura 5. Superficie (ha) total anual afectada por incendios forestales en el estado de Chiapas, correspondiente al periodo 1990-2008. Fuente: de Jong <i>et al.</i> , 2010c	34
Figura 6. Mapa de Peligro de Incendios. Fuente: Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales (2012).....	35
Figura 7. Municipios con mayor ocurrencia de incendios forestales en Chiapas. Fuente: Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales (2012).....	35
Figura 8. Causas de incendios en el estado de Chiapas en el periodo 2007-2011. Fuente: Jefatura Estatal de Incendios Forestales (2012)	36
Figura 9. Consumo de leña anual a nivel estatal para el periodo 1990-2008. Fuente: de Jong <i>et al.</i> , 2010c.....	37
Figura 10. Áreas prioritarias por consumo y disponibilidad de leña en México. Fuente: Ghilardi <i>et al.</i> (2007)	38
Figura 11. Superficie afectada por estrato de vegetación en los últimos cinco años en el Estado de Chiapas. Fuente: Jefatura Estatal de Incendios Forestales (2012).....	39
Figura 12. Probabilidad de deforestación en el estado de Chiapas. Fuente: Castillo <i>et al.</i> , (2010) .	42
Figura 13. Áreas de alto riesgo a la deforestación. Fuente: Castillo <i>et al.</i> , (2010)	42
Figura 14. Superficie sembrada de café en Chiapas y precio por tonelada, entre 1999 y 2010. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP	96
Figura 15. Concepto de deforestación y degradación forestal en términos de carbono y cobertura aérea, dejando fija la altura (2-5 m) (Fuente: Paz, 2010c).....	120
Figura 16. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFORES (1992-1994). Fuente: SARH	121
Figura 17. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFyS (2004-2007). Fuente: CONAFOR	122
Figura 18. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008). Fuente: INEGI-COLPOS ...	122
Figura 19. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008). Los círculos rojos corresponden al periodo 2000-2008 y los amarillos al periodo 1982-1999. Fuente: INEGI-COLPOS.	123
Figura 20. Distribución de áreas de muestreo en la base del PMC-COLPOS-ECOSUR. Fuente: Covalada, 2009.....	124
Figura 21. Ejemplo de distribución de sitios en un área de muestreo en la base del PMC-COLPOS-ECOSUR. Fuente: Covalada, 2009	124

Figura 22. Distribución de los conglomerados de remuestreo del 2009 del INFyS. Fuente: CONAFOR	125
Figura 23. Inventario estatal del carbono asociado a REDD+ en el Estado de Chiapas. Los puntos en rojo representan los sitios verificados (2,501 sitios). La base cartográfica corresponde a los municipios, se representan en rosa los de menor facilidad de acceso. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011f..	126
Figura 24. Mapas de bosque y no bosque de las series del INEGI para el Estado de Chiapas.....	127
En la categoría bosque se incluyeron las categorías de sucesión primaria y secundaria, las cuales de Jong <i>et al.</i> (2010) tomaron como equivalentes a bosque y bosque degradado, respectivamente. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010f.....	127
Figura 25. Relación entre la desviación estándar y el promedio de la categoría bosque en el Estado de Chiapas, usando datos del INFyS. Fuente: Paz, 2010c	128
Figura 26. Estados degradado y conservado de los bosques en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, usando la Serie IV del INEGI (escala 1:250,000). Fuente: Paz, 2010c.....	129
Figura 27. Estados degradado y conservado de los bosques en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz, 2010c.....	129
Figura 28. Mapa de bosque y no bosque en la Región del Soconusco, escala 1:10,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	130
Figura 29. Mapa de bosque y no bosque en la Región del Soconusco, escala 1:250,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	130
Figura 30. Mapa de bosque y no bosque para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	131
Figura 31. Mapa de bosque y no bosque para el Estado de Chiapas, escala 1:250,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	132
Figura 32. Mapa de dominancia de estratos de la vegetación para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	133
Figura 33. Mapa del estado de conservación de la vegetación para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010d.....	133
Figura 34. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 1992-1997. Fuente: Ver Anexo 3.....	135
Figura 35. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 1998-2003. Fuente: ver Anexo 3.	136
Figura 36. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 2004-2009. Fuente: ver Anexo 3.	137
Figura 37. Mapa de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 2010. Fuente: ver Anexo 3	138
Figura 38. Escenario de referencia de carbono total (biomasa viva y suelo) a nivel del Estado de Chiapas. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011e.	139
Figura 39. Ejemplos de escenarios de referencia del carbono total a nivel de municipios y subcuencas. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011e	140
Figura 40. Distribución de los tipos de propiedad en el Estado de Chiapas. Fuente: RAN-PROCEDE	141

Figura 41. Ejemplos de escenarios de referencia de carbono a nivel de predios catastrales. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011e	142
Figura 42. Emisiones o capturas anuales de CO ₂ a nivel de predios catastrales en Chiapas, periodo 1992-2010. Fuente: de Jong <i>et al.</i> , 2010, no publicado.	142
Figura 43. Ejemplo de mapa de uso del suelo de una comunidad en el estándar Plan Vivo. Fuente: tríptico “Una REDD+ para Chiapas”, proporcionado por AMBIO, para la CoP 16.....	143
Figura 44. Comunidades para la estimación de escenarios de referencia, y parcelas de muestreo en campo, para el piloto instrumentado en El Ocote. Fuente: de Esquivel <i>et al.</i> , 2010; de Jong <i>et al.</i> , 2010 b.....	144
Figura 45. Escenarios de referencia generados para las comunidades y reserva El Ocote. Fuente: Esquivel <i>et al.</i> , 2010; de Jong <i>et al.</i> , 2010b	145
Figura 46. Estados y transiciones de la vegetación en corredores biológicos. (a) Flujos de las probabilidades de transición (> 1 %) de cada uso y cobertura del suelo en el periodo 1978 en el CBC-S (Corredor Biológico Calakmul-Sian Ka an) y (b) probabilidades de transición en el CBM-T (Corredor Biológico Montes Azules-El Triunfo). El grosor de los cuadros y líneas indican la permanencia y el intercambio más importante de superficie (has), respectivamente. El dentro de los cuadros corresponde al porcentaje sin cambios y las líneas punteadas indican recuperación. Fuente: Diaz-Gallegos <i>et al.</i> , 2008.....	147
En el caso de la Figura 46 sólo se consideraron los cambios entre un par de años. Para el caso de series multianuales, las probabilidades pueden obtenerse como un promedio anual o de modelos probabilísticos más elaborados.....	148
Figura 47. Zonificación del Estado de Chiapas para caracterizar la dinámica del carbono. Fuente: ver Anexo 1	148
Figura 48. Distribución geográfica de los suelos con mayor contenido orgánico en Chiapas, en áreas de agricultura (riego y temporal) y pastizales cultivados (Cruz y Paz, 2011, no publicado) .	153
Figura 49. Diseño del sistema MRV multi-escala para sensores ópticos (Fuente: Paz, 2009b).....	155
Figura 50. Patrones esquemáticos interanuales de los IV para los componentes de REDD+. Fuente: Paz, 2009, no publicado	156
Figura 51. Patrones esquemáticos interanuales de los IV para componentes mixtos de REDD+. Fuente: Paz, 2009, no publicado	157
Figura 52. Patrones esquemáticos interanuales de la densidad del carbono para el manejo forestal sustentable. Fuente: Challenger, 2010, no publicado.	157
Figura 53. Modelo paramétrico espectral del crecimiento usando el índice NDVIcp. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011b.....	158
Figura 54. Modelo paramétrico espectral del crecimiento usando el índice IVg (IVIS). Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011a).....	159
Figura 55. Efecto del impacto de un huracán en un pixel de una imagen satelital del sensor MODIS, usando el índice IVIS (IVg). Fuente: Paz, 2009, no publicado	160
Figura 56. Esquema del crecimiento de la vegetación para diferentes días julianos, la dirección de la flecha implica crecimiento. Fuente: Paz, 2009, no publicado.	160
Figura 57. Patrones en el espacio IVPP-R asociados a dos métodos de extracción del arbolado, mostrando el número de años después del evento (año 0). Fuente: Paz, 2010a.....	162

Figura 58. Espacio meta-paramétrico s_2 - r_2 para diferentes métodos de extracción del arbolado en un bosque de Brasil. Fuente: Paz, 2010 ^a	163
Figura 59. (a) Escenario de referencia en carbono para una escala dada (incluye la regeneración), en términos netos, donde se muestran los intervalos de confianza de las estimaciones (líneas punteadas); (b) escenario de referencia de la biodiversidad para una subcuenca usando un indicador compuesto (ponderado) de riqueza/diversidad y conectividad/fragmentación, normalizado para tener un valor máximo posible de 1.0; (c) escenario de referencia asociado a la variable de la pendiente de la relación precipitación-escorrentía en una subcuenca; y, (d) escenario de referencia histórico para el índice de pobreza/marginación de un municipio; donde el índice está normalizado para tomar un valor máximo de 1.0	164
Figura 60. Poligonales de las propiedades en el estado de Chiapas y los municipios. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011i.....	166
Figura 61. Subcuencas hidrológicas en el estado de Chiapas. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011i	168
Figura 62. Subcuenca i Río Suchiapa de la Cuenca RH30-E, llamada Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011i.....	168
Figura 63. Posible esquema de implementación de REDD+ multiescala (escenarios de referencia y MRV). Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011i.....	169
Figura 64. AGEBs y límites municipales en el estado de Chiapas. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011i.....	170
Figura 65. Relaciones básicas de la sustentabilidad organizacional. Fuente: Ostrom, 1998.....	174
Figura 66. (a) Delimitación de paisajes (usos del suelo) en la región de trabajo del IFEC, bajo el concepto de homogeneidad de las matrices correspondientes y (b) Delimitación de parches con diferentes usos del suelo en el paisaje D (selva alta perennifolia). Fuente: Paz y de Jong, 2011b	178
Figura 67. (a) Aproximación a la dinámica de cambio de selva a milpa en el paisaje D; (b) Aproximación a la dinámica de cambio de un pastizal con misma densidad de arbolado en los pastizales en el paisaje D; y (c) Aproximación a la dinámica de cambio de la densidad de arbolado en los pastizales en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje D. Fuente: Paz y de Jong, 2011b	178
Figura 68. Delimitación de parches con cambios graduales en los usos del suelo en el paisaje C (selva mediana perennifolia). Fuente: Paz y de Jong, 2011b.....	179
Figura 69. (a) Aproximación a la dinámica de cambio de los acahuals en el paisaje C y (b) Aproximación a la dinámica de cambio de la densidad de tocones en selvas degradadas en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje C. Fuente: Paz y de Jong, 2011b.....	179
Figura 70. (a) Delimitación de parches con cambios transicionales en los usos del suelo en el paisaje E (selva mediana perennifolia degradada) y (b) aproximación a la dinámica de cambio transicional entre una selva de referencia (degradada) a un uso de suelo de pastizal con árboles dispersos en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje. Fuente: Paz y de Jong, 2011b.....	180
Figura 71. Relación entre el área basal y la biomasa aérea para los bosques de Chiapas. Fuente: de Jong, 2010, no publicado.	180
Figura 72. Estimación de las incertidumbres asociadas a mediciones indirectas.....	181
Figura 73. Fuentes de información para su fusión en las estimaciones de carbono	182

Figura 74. Estimaciones locales (píxeles) del carbono usando la geoestadística indicadora Bayesiana.	182
Figura 75. Región piloto en Chiapas de implementación del modelo CBM-CFS3. Fuente: Olguin <i>et al.</i> , 2011.....	184
Figura 76. Superficie anual afectada (miles de hectáreas) por tipo de perturbación en el periodo 1990 al 2007, con su implicación en términos del balance neto de emisiones a escala regional (millones de toneladas de carbono por año). Fuente: Olguin <i>et al.</i> , 2011	185
Figura 77. Balance neto de emisiones simulados para el periodo de 1990 al 2050, de continuar con las tasas de cambio de cobertura y uso de suelo observadas durante 2002 al 2007 hasta el año 2050 (escenario BAU), de reducir la deforestación a una tasa cero en el año 2025 (escenario RED) o de reducir la deforestación y la degradación forestal a una tasa cero en el año 2025 (escenario REDD). Fuente: Olguin <i>et al.</i> , 2011.....	186

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Proyectos nacionales en los mercados del carbono. Fuente: Adaptado de: CONAFOR, 2011a.....	2
Cuadro 2. Resumen de los antecedentes de REDD+ en Chiapas	13
Cuadro 3. Procesos de cambio de uso del suelo (ha año^{-1}) en el estado de Chiapas. Fuente: Paz <i>et al.</i> 2010f.....	14
Cuadro 4. Cambio de Tierras Forestales (TF) a Tierras Agrícolas (TA) y Praderas (PR) en ha/año para los períodos 1990-2002 y 2003-2008 (Deforestación). Fuente: de Jong <i>et al.</i> , 2010c.....	17
Cuadro 5. Cambio de Tierras Agrícolas (TA) y Praderas (PR) a Tierras Forestales (TF) en ha/año para los períodos 1990-2002 y 2003-2008 (Reforestación) Fuente: de Jong <i>et al.</i> , 2010c.....	18
Cuadro 6. Factores físicos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas	26
Cuadro 7. Factores ambientales asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas	27
Cuadro 8. Factores socioeconómicos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas	29
Cuadro 9. Factores difusos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas.....	32
Cuadro 10. Superficie deforestada en Chiapas en el periodo 1990-2008 a causa de diferentes procesos, donde TF = Tierras Forestales, TA = Tierras Agrícolas y PR = Praderas.....	33
En México, y especialmente en la parte Sur del país, el consumo de leña para la cocción de alimentos es muy habitual, particularmente en el medio rural. En la Figura 9 se muestra el consumo de leña en Chiapas durante el periodo 1990-2008 calculado por de Jong <i>et al.</i> (2010c), el ligero incremento que se observa va acompañado del crecimiento demográfico en el estado. Estos autores estiman que el consumo de leña por habitante equivale en Chiapas a $0.4752 \text{ Mg m.s. año}^{-1}$ y que la tasa de extracción anual de leña en el periodo 2003-2008 fue de $2'221,296 \text{ Mg m.s. año}^{-1}$.	37
Cuadro 11. Objetivos del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012 apegados a REDD+	59
Cuadro 12. Leyes vigentes relacionadas con el mecanismo REDD+	60
Cuadro 13. Metas tipo REDD+ del PECC 2008-2012 (se resaltan en negrita las metas principales) 66	
Cuadro 14. Relación de metas tipo REDD+ del PECC 2008-2012 con programas y proyectos federales (se resaltan en negrita las metas principales).....	68
Cuadro 15. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos estatales (se resaltan en negrita las metas principales)	74
Cuadro 16. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos de OSC (se resaltan en negrita las metas principales)	79
Cuadro 17. Instituciones académicas y centros de investigación de interés para REDD+ en el Estado de Chiapas	84
Cuadro 18. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos nacionales, estatales y OSC en el estado de Chiapas (2012)	87
Cuadro 19. Principales emisiones de GEI (biomasa y suelo) asociadas al sector forestal, agrícola y ganadero en Chiapas y superficie anual afectada (Elaboración a partir de la información	

presentada en de Jong <i>et al.</i> , 2010c, Jiménez <i>et al.</i> , 2010, datos del SIAP, información presentada en este informe y de otras fuentes).....	94
Cuadro 20. Áreas naturales protegidas con control federal en Chiapas. Elaboración a partir de información de SEMAHN y CONANP	103
Cuadro 21. Potencial de reducción de emisiones y captura de COS, mayor certidumbre. Fuente: Eagle <i>et al.</i> 2011	111
Cuadro 22. Potencial de reducción de emisiones y captura de COS, menor certidumbre. Fuente: Eagle <i>et al.</i> , 2011	112
Cuadro 23. Productividad de madera para energía. Fuente: Ghilardi, 2008	113
Cuadro 24. Tipos de proyectos que incluyen actividades de forestación y reforestación dentro del estándar de certificación oficial del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).	117
Cuadro 25. Clases de Cobertura Terrestre según dominancia del estrato, estado y tipo de cobertura. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2011h	131
Cuadro 26. Clases de coberturas del clasificador genérico de objetos. Fuente: Paz <i>et al.</i> , 2010f. .	134
Cuadro 27. Distribución de los tipos de propiedad en Chiapas. Fuente: RAN-PROCEDE	140
Cuadro 28. Ordenamiento territorial comunitario en Nuevo San Juan Chamula. Fuente: Esquivel <i>et al.</i> , 2010; de Jong <i>et al.</i> , 2010b	145
Cuadro 29. Emisiones (rojo) y remociones (negro) asociadas a los escenarios de referencia (ton CO ₂ eq ha ⁻¹ año ⁻¹ , 1990-2009) en la Reserva de la Biosfera El Ocote. Fuente: Esquivel <i>et al.</i> , 2010; de Jong <i>et al.</i> , 2010b	146
Cuadro 30. Dinámica de los almacenes de carbono de estados iniciales a finales en Chiapas. Fuente: generado con datos de Covaleda, 2010.....	149
Cuadro 31. Carbono en los almacenes de biomasa aérea y suelo. Fuente: Covaleda <i>et al.</i> , 2011a	150
Cuadro 32. Matriz de estados y transiciones asociados a cambios en el almacén de biomasa aérea (ton C ha ⁻¹) para el MET de la Figura 2. Fuente: Covaleda <i>et al.</i> , 2011a.....	151
Cuadro 33. Matriz de tiempos de paso para la biomasa aérea entre los estados del MET de la Figura 2.....	151
Cuadro 34. Matriz de cambios anuales para la biomasa aérea entre los estados del MET de la Figura 2. Fuente: Covaleda <i>et al.</i> , 2011a.....	151
Cuadro 35. Emisiones de gases de efecto invernadero (CH ₄ , CO y N ₂ O) derivadas de la quema de residuos agrícolas (caña de azúcar y maíz) en el año 2010 para Chiapas (Fuente: Maldonado y Paz, 2011, no publicado; Maldonado <i>et al.</i> , 2011)	153
Cuadro 36. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en tierras agrícolas o ganaderas que presentan suelos con más de 150 ton C ha ⁻¹ para Chiapas (Cruz y Paz, 2011, no publicado).....	154
Cuadro 37. Principios de diseño de organizaciones sustentables. Fuente: Ostrom, 1990 y 1992 .	172
Cuadro 38. Amenazas a la sustentabilidad organizacional. Fuente: Ostrom, 1990 y 1992.....	173
Cuadro 39. Atributos de los recursos naturales comunes. Fuente: Ostrom, 1992.....	175
Cuadro 40. Características de los apropiantes de recursos comunes	175

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE REDD+ EN CHIAPAS

1.1. Introducción

El término REDD tiene que ver con proyectos y actividades encaminados a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) reduciendo la deforestación (primera D) y la degradación forestal (segunda D). La deforestación se refiere al cambio de uso del suelo forestal a no forestal (cultivos, pastizales, asentamiento humanos) y la degradación hace referencia a la disminución de los almacenes de carbono de un ecosistema bosque, que continúa siendo bosque, aunque la definición de este concepto está actualmente en discusión en la arena internacional. En REDD+, el signo + integra la conservación de bosques, el incremento de los almacenes de carbono en los bosques y al manejo forestal sustentable.

El pago por reducción de emisiones/captura de carbono asociado a estas actividades es un mecanismo que actualmente está en negociación internacional, con relación al protocolo post-Kioto y con alto potencial de contribuir al desarrollo rural sustentable, enfocado a implementar economías bajas en carbono. Este mecanismo ha causado grandes expectativas en los países donde la deforestación y degradación forestal son importantes y difíciles de detener.

Por otra parte, es importante entender que el mecanismo REDD implica el apoyo a actividades no forestales que reduzcan la presión sobre los bosques. Esto incluye incrementar la eficiencia de los usos agrícolas o ganaderos para evitar la ampliación de la frontera agropecuaria o actividades como el ecoturismo que generan incentivos financieros para la conservación de los bosques (belleza escénica, cultura, etc.). Evitar emisiones implica llevar a cabo acciones que reduzcan la presión sobre los motores (*drivers*) o causas subyacentes, donde la pobreza y marginación es una de ellas (Paz, 2011a). En esencia, REDD+ es solo la mitad del problema (y la solución), la otra mitad está asociada a actividades productivas del sector agropecuario (UNFCCC, 2008) que, a su vez, forman parte de estrategias de seguridad alimentaria y desarrollo rural.

Dentro de México, Chiapas es uno de los estados que tienen un alto potencial de tener acceso a los mercados del carbono, nacionales e internacionales, por sus selvas y bosques, además de contar, como principio, con la firma de un Memorandum de Entendimiento con el Estado de California en Estados Unidos. Sin embargo, los mercados nacionales del carbono son incipientes y actualmente sólo existen tres proyectos sólidos de este tipo en México: Servicios Ambientales de Oaxaca A.C. (SAO), Scolel'te de la Cooperativa AMBIO en Chiapas y la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda (RBSG) en Querétaro. El Cuadro 1 muestra las principales características de estos proyectos.

Cuadro 1. Proyectos nacionales en los mercados del carbono. Fuente: Adaptado de: CONAFOR, 2011a.

Proyecto	Actividades	Beneficiarios	Precio venta (US Dls t CO ₂ e)	Mercado	Estándar	Agente responsable monitoreo	Agente comercializador
SAO	1) Manejo forestal certificado 2) Reforestación 3) Enriquecimiento del bosque 4) Enriquecimiento de cafetales certificados	Comunidades indígenas en zonas de extrema pobreza	10	Voluntario nacional		CONAFOR	PRONATURA (Mex)
Scoleté	1) Reforestación 2) Conservación	Comunidades indígenas en zonas de extrema pobreza	10	Voluntario internacional	Plan Vivo	Rainforest Alliance	AMBIO (Mex), Climate Path (USA), PIQGO (UK)
RBSG	1) Conservación 2) Reforestación 3) Regeneración natural	Población que vive dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera	15	Voluntario internacional	VCS CCB	Rainforest Alliance	ceroCO ₂ (Esp)

1.2. Antecedentes

El tema de REDD+ está siendo objeto de negociaciones a nivel internacional, desde el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas ante el Cambio Climático (CMNUCC), lo cual ha ocasionado la puesta en marcha de iniciativas multilaterales y bilaterales que esta permitiendo a los países prepararse para poder aplicar este tipo de mecanismos. A su vez, los países interesados en REDD+ están adecuando sus marcos políticos y jurídicos para dar cabida a estos conceptos y, a nivel subnacional, los gobiernos regionales/estatales buscan la manera de anidarse a las estrategias y lineamientos nacionales, dentro del contexto de los avances a nivel internacional, con el fin de lograr que las acciones se apliquen de forma local y los beneficios se distribuyan equitativamente.

Este complejo entramado en el que se insertan las acciones REDD+, trae consigo la necesidad de considerar los acontecimientos que han ocurrido y están ocurriendo tanto a nivel internacional, nacional y estatal (en este caso, Chiapas), para lo cual se presenta a continuación un resumen de los antecedentes de REDD+ en los estos tres niveles mencionados.

1.2.1. Internacional

Los principales eventos en los que ha participado México en el marco de los acuerdos de la CMNUCC (Cámara de Senadores, 2011) son los siguientes:

- En 1992 se realiza la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro de donde se desprenden:
 - La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.
 - México: firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático el 13 de junio de 1992 y ratificación de la misma el 11 de marzo de 1993.
 - La Convención para la Diversidad Biológica (CDB)
 - La Convención para el Combate en contra de la Desertificación (CNUCLD)

- En 1997, en la tercera Conferencia de las Partes (COP 3) de la CMNUCC, celebrada en Kioto, se redacta el Protocolo de Kioto (Instrumento legalmente vinculante entre países con metas de reducción o países Anexo I y países sin metas de reducción (países No Anexo 9 pero que pueden desarrollar proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio o MDL). En el área forestal se decidió trabajar únicamente en forestación y reforestación, descartándose la deforestación por lo complejo del monitoreo, reporte y verificación de los diversos ecosistemas en ese momento.
 - México: Firma del Protocolo de Kioto el 9 de junio de 1998 y lo ratifica el 7 de septiembre de 2000.

- En la COP 7 de 2001 se establecieron los acuerdos de Marrakech, que definieron los criterios técnicos de contabilidad para la operación de los mecanismos de flexibilidad del protocolo de Kioto (MDL, entre otros). En la parte forestal surgieron las figuras de los certificados oficiales de reducción de emisiones (CERs) temporales y de largo plazo (tCER y ICER), respectivamente.

- En 2003 en la COP 9 de Milán, surge el Fondo de Adaptación definiéndose que de cada CER del protocolo de Kioto un porcentaje irá a este fondo.

- En 2005 en la COP 11 de Montreal, Costa Rica y Papua Nueva Guinea someten a las Partes una propuesta donde se tratan los temas de contabilidad nacional y la creciente concientización de la contribución de la deforestación a las emisiones de carbono en general. Surge el término de deforestación evitada en el marco de la negociación, retomando el tema pendiente desde 1997 a partir de los datos publicados por el IPCC (inicio de RED).

- En 2007, en la COP 13 se establece el Plan de Acción de Bali, que fue la ruta que la CMNUCC se trazó para construir el mecanismo por el cual se regirá el régimen climático después del primer periodo de compromiso del protocolo de Kioto. Además se negocia la adición de degradación al concepto de RED, que se convierte en REDD y se incentiva a las partes a trabajar en la definición de este concepto.
- En 2008, surge la iniciativa de monitoreo forestal del grupo de observaciones de la Tierra (GEO-FCT). Esta iniciativa surge con el objetivo de probar que la cobertura global, anual, frontera a frontera (*wall-to-wall*), de los bosques del mundo es posible a través de estrategias de adquisición coordinada de imágenes satelitales y para demostrar la posibilidad de combinación de información satelital con datos obtenidos de monitoreo *in situ* de bosques, como base para futuros sistemas nacionales de contabilidad de carbono³ (GEO-FCT, 2011).
- En 2008, el Banco Mundial lanza el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, por sus siglas en inglés) con el fin de dar asistencia a los países en desarrollo en sus esfuerzos para reducir las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de los bosques, este fondo entró en operación en junio de ese año (FCPF, 2011).
- En Septiembre de 2008 la ONU lanzó su programa ONU-REDD para ayudar a los países en desarrollo a preparar e implementar sus estrategias nacionales REDD.
- En 2008 en la COP 14, celebrada en Poznan, se avanza en la negociación para que los países menos desarrollados pudiesen tener un mecanismo que incorporara la conservación de los bosques para los esfuerzos globales de cambio climático (inicio del +).
- En 2009, en la COP15 de Copenhague, se llega al Acuerdo de Copenhague, el cual contiene un apartado específico en relación al financiamiento para REDD+.
 - México se adhiere al Acuerdo de Copenhague en enero del año 2010 para presentar su propuesta de reducción de emisiones por acciones nacionales de mitigación apropiadas en el corto y mediano plazos, que respectivamente son: 50 Mt CO₂e al año 2012 y la reducción de hasta un 30% al año 2020 conforme al escenario tendencial (año 2000), sujeto a la recepción de asistencia económica y tecnológica.
- México se ofrece para ser país sede, y por ende, presidir los trabajos de la 16ª COP en calidad de Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto.

³ Hasta el momento se cuenta con 7 países demostrativos (México, entre ellos), dentro de los cuales se han seleccionado sitios de verificación. De estos sitios se cuenta con imágenes de alta resolución y monitoreos intensivos. Dentro de México, en 2010, la iniciativa GEO-FCT seleccionó 2 lugares de verificación en Chiapas: El Ocote y la región de Marqués de Comillas

- En la COP 16, celebrada en Cancún del 29 de noviembre al 11 de diciembre de 2010 se establecen Los Acuerdos de Cancún⁴. De los resultados adoptados destacan, asociados al tema REDD+:
 - Se alienta a los países en desarrollo a contribuir a la mitigación de los gases de efecto invernadero en el sector forestal mediante actividades REDD+.
 - El texto permite los sistemas nacionales de monitoreo y reporte generando espacio para proyectos subnacionales anidados y permitiendo el monitoreo y reporte a nivel sub-nacional como una medida “provisional”. A los países que deseen participar en REDD se les anima a desarrollar los siguientes elementos: una estrategia nacional, un nivel de referencia nacional y un sistema de vigilancia de los bosques o MRV.
 - Se plantea un enfoque por etapas en el desarrollo de REDD: **Fase 1:** Desarrollo del plan/estrategia nacional, las políticas y medidas y la creación de capacidad. **Fase 2:** Implementación del plan/estrategia nacional, las políticas y medidas y la creación capacidades, el desarrollo y transferencia de tecnología, y los resultados de las actividades basadas en la demostración. **Fase 3:** Acciones basadas en resultados con la presentación de informes de medición y verificación completa.
 - Se acuerda una lista de salvaguardas sociales y ambientales a incluir en las estrategias y actividades REDD+.

- En la COP17 celebrada en Durban (Sudáfrica) entre el 28 de Noviembre y el 9 de Diciembre de 2011 se acordaron algunos asuntos clave para el desarrollo de REDD.
 - Los niveles de referencia (*benchmarks*), establecerán las emisiones relacionadas con los bosques en toneladas de CO₂e al año. Se busca contar con niveles de referencia robustos que permitan medir si un país está reduciendo sus emisiones mientras se mantiene la integridad ambiental. Se acordó, además, que los países podrán ajustar sus niveles de referencia, justificando cada ajuste de manera individual y tras la aprobación de un panel de revisores expertos. También se considerarán actividades subnacionales y los niveles de referencia se podrán reajustar si se dispone de nueva información, nuevos modelos, etc.
 - Se mantienen las salvaguardas acordadas en Cancún, que se incluirán en los reportes cada 2-3 años.

⁴Otros acuerdos tomados en Cancún, relacionados de manera indirecta con REDD+ son:

- En materia de financiamiento, tecnología y construcción de capacidades los países desarrollados se comprometieron a proveer recursos nuevos y adicionales por un monto aproximado de 30 mil millones de dólares en el periodo 2010-2012. Asimismo se reconoció el compromiso de los países desarrollados a movilizar conjuntamente la cantidad de 100 mil millones de dólares por año y hasta el año 2020, en el contexto de la mitigación para responder a las necesidades de los países en desarrollo.
- El establecimiento del Fondo Verde para el Clima como entidad operativa del mecanismo financiero de la Convención (el Fondo Mundial para el Medio Ambiente). La junta de Gobierno del Fondo se conformará por 24 miembros (12 de países desarrollados y 12 de países en desarrollo). El administrador interino del Fondo será el Banco Mundial (vigencia del año 2011 al 2014).
- Se decidió que con base al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades respectivas, los países en desarrollo lleven a cabo Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAS) con miras a desviar la tendencia de sus emisiones de gases de efecto invernadero al 2020 y con ello contribuir al logro del objetivo de la Convención Marco. Las NAMAS que busquen el apoyo de los países desarrollados entrarán a un registro y serán objeto de Medición, Reporte y Verificación (MRV), de acuerdo a los lineamientos que se desarrollen en 2011.

- En cuanto al financiamiento de REDD+ se incluye a los mercados y sector privado como una de las opciones posibles y los países podrán elegir voluntariamente que mecanismos de financiamiento quieren usar.
- La decisión de extender el Protocolo de Kioto hasta 2017, implica que la entrada en vigor de un nuevo acuerdo internacional legalmente vinculante ocurrirá entre 2017 y 2020 por tanto el mecanismo REDD+ en el marco de la ONU no estará listo hasta estas fechas, mientras se plantea su desarrollo a través de mercados con acuerdos bilaterales.

1.2.2. Nacional

A nivel nacional, en la parte institucional destaca la creación, con carácter permanente, en 2005 de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) que funge como Autoridad Nacional Designada (SEMARNAT como secretariado técnico) para fines relativos a la CMNUCC y su Protocolo.

Tras la publicación en 2007 de la “Estrategia Nacional de Cambio Climático” (ENACC), se publica en 2009 el Programa Especial de Cambio Climático: PECC (CICC, 2009), que establece una meta de mitigación para el año 2012 de 50.6 Mt CO₂e, lo que pone a México en la ruta adecuada para lograr la meta indicativa de reducción de 50% de sus emisiones al año 2050, planteada en forma aspiracional (dependiente del financiamiento internacional). Concretamente, para el tema de REDD, una de las metas del PECC en relación a la mitigación de emisiones relacionadas con el avance de la frontera forestal-agropecuaria (sector AFOLU) implica: “Diseñar e implementar un esquema de incentivos para reducir emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal (REDD), durante el periodo 2008-2012”.

Bajo la consideración del tema de REDD+ en México, se han iniciado una serie de acciones de coordinación e integración sectoriales (forestal y agropecuario) que está proponiendo una forma innovadora y deseable desde hace mucho tiempo, para concebir políticas públicas y programas operativos en forma transversal. Los incentivos financieros asociados a los mercados del carbono, además de la voluntad política de la Presidencia de la República y las Secretarías (SEMARNAT y SAGARPA, principalmente) y órganos desconcentrados (CONAFOR, CONABIO, CONANP, INE, etc.) han permitido romper las inercias históricas para desarrollar una visión común de políticas de estado.

- En el marco de la CICC, en relación a REDD+, se creó el grupo de trabajo de REDD+ (GT-REDD+) durante la 9ª Sesión (02/12/2009) de la Comisión, con el fin de definir y proponer a dicha Comisión los lineamientos estratégicos y estrategia en materia de reducción de emisiones por deforestación y degradación en México. Se integraron las siguientes secretarías: SAGARPA, SEDESOL, SCT, SE, SRE así como los órganos desconcentrados y áreas estratégicas que forman parte de la SEMARNAT

(INE, CONANP, PROFEPA, CONAGUA, CONABIO, entre otras; DGPC-SEMARNAT, 2011).

- Presentación en Marzo del 2010, por parte del Gobierno de México de la Propuesta de Preparación para REDD+ (*Readiness Preparation Proposal*: R-PP, por sus siglas en inglés) ante el Comité de Participantes (PC) del FCPF (CONAFOR, 2010a). El PC autorizó la donación para aprobar el proceso de REDD+ (USD\$3.6 millones, en proceso de firma). La versión final del R-PP quedó lista en Mayo 2011⁵ (CONAFOR, 2010a).
- En 2010 México fue seleccionado como país piloto para recibir recursos del Programa de Inversión Forestal (FIP, por sus siglas en inglés) de los Fondos de Inversión Climática (CIF, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, para poder realizar inversiones innovadoras que permitan implementar los cambios y adaptaciones necesarias en los programas y políticas públicas con el fin de lograr REDD+ (CONAFOR, 2011f).
- En diciembre de 2010 se firma un acuerdo de colaboración entre el gobierno de Noruega y el PNUD para el proyecto “Fortalecimiento del proceso de preparación para REDD+ en México y el fomento a la Cooperación Sur-Sur”. La iniciativa fortalecerá la implementación de REDD+ en México y difundirá el conocimiento global sobre metodologías y enfoques relacionados (PNUD, 2010).
- Inicio de un diálogo fructífero entre la CONAFOR (y otras entidades de gobierno), sociedad civil y academia, bajo el esquema de consejos consultivos implementado en el PSAH (Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos) de la CONAFOR. En este contexto se establece el Consejo Técnico Consultivo (CTC) de REDD+, como órgano consultivo del Grupo de Trabajo en la CICC.
- En el seno del CTC de REDD+ se desarrolló la Visión de México para REDD+ (CONAFOR, 2010b), manteniendo la necesidad de coordinación sectorial como única posibilidad de revertir los cambios de uso del suelo y la degradación de los ecosistemas forestales.
- En 2011 la CONAFOR establece las “Acciones tempranas REDD+ en México”, definidas como esfuerzos articulados institucionalmente a nivel subnacional (regional y local) que permite atender las causas de la pérdida de bosques y del carbono forestal a través de diferentes instrumentos de política pública que generen oportunidades para el desarrollo de las comunidades (CONAFOR, 2011d).

⁵ En el R-PP se planteó la necesidad de desarrollar un enfoque transversal entre el sector forestal y agropecuario, como una medida necesaria para atacar el problema de deforestación y degradación forestal desde sus causas subyacentes y agentes de cambio.

- Selección de la región de la Selva Lacandona como Acción Temprana REDD+ a nivel nacional, aprovechando para ello el acuerdo de colaboración firmado en 2008 por SAGARPA, SEMARNAT, CONABIO y Gobierno del estado que se instrumentó a través del proyecto “Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos del Estado de Chiapas”, bajo la coordinación de CONABIO.
- Lanzamiento en agosto de 2011 del Programa Especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la Selva Lacandona por parte de CONAFOR con el objetivo de atender la problemática de disminución de las superficies forestales en la Selva Lacandona, frenar el proceso de deterioro de la vegetación forestal y revertir la tendencia del Cambio de Uso de Suelo.
- Actualmente la versión 0 de la Estrategia Nacional de REDD+ (CONAFOR, 2011h) consolida la posición de coordinación sectorial (GT-REDD+ de la CICC y la Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable o CIDRS) y la fundamenta en una visión de territorio donde coexisten diferentes usos del suelo y actividades humanas, en un esquema de desarrollo rural sustentable.
- En 2011 México prepara su Plan de Inversión Forestal a través de un proceso participativo que incluye a la sociedad civil, representantes de ejidos y comunidades, dependencias del gobierno federal, entre ellos CONAFOR y Financiera Rural, así como profesionales y académicos. Además de los Bancos Multilaterales de Desarrollo: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El Plan ha sido enviado al subcomité del FIP para su aprobación (CONAFOR; 2011f).
- Bajo la coordinación de la CONAFOR, se han estado negociando financiamientos para acciones tempranas o de desarrollo de mercados con organismos financieros bi y multilaterales. Además del FIP se está gestionando un Préstamo de Inversión Específica (SIL) con el BIRF y han gestionado financiamientos con el GEF, Banco Mundial y los Gobiernos de Noruega, España, Francia, Comunidad Europea, etc. (CONAFOR, 2011f).
- En 2011, SAGARPA entró en un proceso de consideración y desarrollo de esquemas transicionales de sus programas de subsidio hacia programas basados en resultados asociados a reducción de emisiones GEI.
- En 2011, otras Secretarías del Gobierno de México empezaron a considerar acciones orientadas al desarrollo del mercado del carbono, entre ellas la Secretaría de Economía que recién ha abierto una convocatoria nacional para el desarrollo de NAMAs (Fondo Sectorial del CONACYT).

- En la parte de la sociedad civil organizada existen propuestas para el desarrollo de los mercados del carbono. USAID, en un esquema de paisajes terrestres y estrategias de desarrollo bajo en carbono, ha financiado acciones de adquisición de experiencia y de innovación en el sector REDD+ (con una visión tipo ASOUS o AFOLU: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo).

1.2.3. Chiapas

Las estrategias REDD+, con sus 5 ejes, incluyen muchos tipos de actividades que, bajo otros enfoques, han venido desarrollándose en Chiapas en la forma de proyectos de organizaciones de la sociedad civil, proyectos de investigación y programas de gobierno para el sector rural, además, en Chiapas se creó el primer proyecto de carbono en el mercado voluntario de México. Estas iniciativas (las que actualmente siguen en implementación) serán comentadas más adelante. Sin embargo, merece la pena resaltar algunos acontecimientos que han sido precursores y han sentado las bases para el desarrollo del tema REDD en el estado:

- En 1997 se crea el Proyecto Scolel' Te coordinado por la Cooperativa Ambio, que usa el sistema Plan Vivo para registrar y monitorear las actividades de captura de carbono implementadas por los agricultores, especialmente sistemas agroforestales. A la fecha el programa integra 9,645 ha y 2,437 participantes (Quechulpa *et al.*, 2011), habiendo generado a lo largo de su vida, hasta la fecha, 470,103 Certificados Plan Vivo (Plan Vivo Foundation, 2011).
- En noviembre de 2007 se crea el Grupo Estatal de Servicios Ecosistémicos de Chiapas (GESE) con el fin de promover la importancia de los servicios ecosistémicos en el estado e impulsar una estrategia de pago por servicios ambientales.
- En 2008 Ambio, en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) inician un proyecto piloto de REDD para la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote con la metodología del Sistema Plan Vivo, financiado por USAID.
- En 2009 el Corredor Biológico Mesoamericano de México, publica el “Programa Estatal para la Compensación por Servicios Ecosistémicos, Una propuesta para Chiapas”, elaborado por Ambio, con la participación del GESE (Vargas *et al.*, 2009).

Acciones desde el gobierno estatal

El gobierno del estado ha llevado a cabo una serie de acciones con el fin de preparar a la entidad para los requerimientos nacionales en cuanto a las políticas de cambio climático y ha buscado alternativas de enfoque subnacional para avanzar en el tema de REDD+.

- En 2010 Chiapas entra a formar parte del Grupo de Trabajo de Gobernadores en Clima y Bosques (GCF, por sus siglas en inglés) que nace en noviembre de 2008 durante el primer encuentro global de gobernadores sobre el cambio climático en Los Ángeles, California.
- Firma del Memorándum de Entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés) en noviembre de 2010 por los gobernadores de los estados de California (EE.UU.), Chiapas (México) y Acre (Brasil), para colaborar en temas ambientales, enfocado principalmente a REDD+ y en desarrollar recomendaciones para implementar actividades subnacionales que sean reconocidas en los mercados emergentes de carbono.
- Publicación de la Ley para la Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas en diciembre de 2010 donde se establece una Coordinación de la Comisión Intersecretarial de cambio climático (CICCCH), que es la responsable de formular, aprobar e implementar la política pública estatal en materia de cambio climático, asegurando transversalidad y continuidad en sus acciones.
- Durante 2011 el gobierno del estado de Chiapas entrega 2000 pesos al mes a 1678 comuneros de tres etnias de los Bienes Comunales de la Zona Lacandona bajo el Pacto por el Respeto y Conservación de la Madre Tierra, Selva Lacandona, como acciones tempranas de REDD+, derivado del impuesto de la tenencia vehicular. Se han entregado los pagos a Lacandones de las localidades de Nahá, Metzabok, Ojo de Agua Chankin y Lacanjá Chansayab; tzeltales en Nueva Palestina y choles en Frontera Corozal. El Gobierno del Estado está actualmente buscando recursos para construir capacidades locales para iniciar procesos de MRV y darle continuidad al proyecto.
- En febrero de 2011 se establece el Grupo de trabajo de Compensaciones de REDD+ (ROW, por sus siglas en inglés) en el marco del MoU firmado por los gobernadores de California, Chiapas y Acre.
- En Agosto de 2011, se instaló el grupo REDD+ formalmente como un Comité Técnico Consultivo de REDD+ en Chiapas, el primer CTC a nivel estatal de México, con el fin de emitir recomendaciones al Gobierno de Chiapas en materia de REDD+.
- Publicación del Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, en noviembre de 2011, que incluye un inventario de gases de efecto invernadero a nivel estatal, un escenario de referencia de deforestación y degradación del estado a nivel pixelar para los años 1990 a 2007 y un modelo de regresión de estadísticas para construir escenarios de deforestación a futuro hasta 2012 y 2016. Asimismo, se establecen ejes estratégicos y arreglos institucionales a

seguir para el desarrollo de la estrategia REDD+ del estado de Chiapas, que estará plenamente alineada con la estrategia del Gobierno Federal.

- En septiembre de 2011, se produce el nombramiento de Chiapas como presidente de GCF para el año 2012 en su Reunión Anual, que tuvo lugar en Palangka Raya, Indonesia.
- Celebración del Primer taller de Gobiernos Subnacionales en torno a mecanismos REDD+, en Tuxtla Gutiérrez, los días 10 y 11 de octubre. En el taller participaron autoridades gubernamentales, académicos y organizaciones sociales para compartir las experiencias y avances sobre la reducción de emisiones de carbono por deforestación y degradación forestal.
- En noviembre de 2011 se instala formalmente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Chiapas, integrada por la SEMAHN, Secretaría del Campo, Secretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Transportes, Secretaría de Desarrollo y Participación Social, Secretaría de Educación, Secretaría de Infraestructura, Secretaría de Salud, Secretaría de los Pueblos Indios, Secretaría para el Desarrollo de la Frontera Sur y Enlace para la Cooperación Internacional, Secretaría de Turismo, Secretaría de Economía, Instituto de Población y Ciudades Rurales, Instituto de Protección Civil para el Manejo Integral de Riesgos de Desastres del Estado de Chiapas y Comisión de Energías y Biocombustibles del Estado de Chiapas

CTC REDD+ de Chiapas

A iniciativa del Colegio de Postgraduados (COLPOS) y ECOSUR, en el 2009, se planteó la estructuración de un piloto en el Estado de Chiapas (Proyecto “Una REDD para Chiapas”), para incluirse en las actividades del proyecto nacional. La selección del estado de Chiapas para este fin se explica debido a su elevada biodiversidad, la diversidad social y su vulnerabilidad ante el cambio climático (Schroth *et al.*, 2009). Por esta razón la implementación de REDD en un ambiente tan complejo es un gran reto científico, político y social.

Este piloto se planteó para definir la factibilidad del enfoque Nacional-Subnacional propuesto por México, analizar sus ventajas y desventajas, además de establecer en forma clara los costos y beneficios de una implementación de REDD de “abajo hacia arriba” (Paz, 2009b). Esta propuesta fue presentada a las instituciones locales en Chiapas, organizaciones de la sociedad civil y sector académico, en un taller celebrado en Abril de 2009 (Estrategias para la implementación del proyecto “Una REDD para Chiapas”), convocado por el COLPOS y ECOSUR. Tras esta reunión se formó el grupo de trabajo sobre REDD en Chiapas conformado por ECOSUR, COLPOS (dentro del marco del Programa Mexicano del Carbono o PMC), PRONATURA, AMBIO y Conservación Internacional México (CIMex) con el fin de definir una estrategia conjunta que permitiera vincular las acciones

nacionales con las locales, a partir de ahí se fue formando un grupo de trabajo sobre REDD+ en Chiapas (constituido en 2011 como Comité Técnico Consultivo de REDD+ estatal) que se ha reunido periódicamente durante los años 2009-2011.

A lo largo de los años 2010 y 2011 este grupo se fue ampliando para incorporar instituciones gubernamentales y otras organizaciones: SEMAHN, por parte del gobierno del estado, CONANP y CONAFOR como agencias federales y Corredor Biológico Mesoamericano, Na-Bolom y EDF como organizaciones de la sociedad civil. A pesar de esto, entre los retos actuales del CTC-REDD+ está la inclusión de un abanico más variado de actores, incluyendo organizaciones de productores y entidades gubernamentales.

La actividad del grupo ha sido variada, organizándose talleres de planificación y participando en talleres técnicos y otros eventos relacionados con el tema de REDD+. Se destaca también la realización del proyecto, dentro del marco de este grupo: “Implementación de Sitios Piloto de Medición y Monitoreo de Carbono Comunitarios en el Marco de la Estrategia REDD+ para Chiapas” (del 15 de Abril al 15 de Junio de 2011) financiado por CIMex, coordinado por el PMC e implementado por las organizaciones Ambio, Pronatura Sur y CONANP.

A partir de Agosto de 2011 el grupo se reúne como CTC-REDD+ de Chiapas cuyos miembros continúan trabajando junto con el gobierno estatal en la construcción de una estrategia estatal, anidada con la nacional.

Finalmente, a modo de resumen, se presenta un cuadro con los principales antecedentes de REDD+ para los tres niveles considerados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de los antecedentes de REDD+ en Chiapas

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INTERNACIONAL	<p>COP11 Montreal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deforestación evitada • Inicio de RED 		<p>COP 13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Acción de Bali • Se incluye degradación (REDD) 	<p>COP14 Poznan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservación (inicio del +) <p>Preparación para REDD: FCPT, ONU-REDD</p> <p>GEO-FCT</p>	<p>COP15 Copenhague</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento para REDD+ 	<p>COP16 Cancún</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos subnacionales, • Estrategia y nivel de referencia nacional y MRV • Enfoque por etapas • Salvaguardas 	<p>COP17Durban</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protocolo Kioto hasta 2017 • Niveles de referencia en Mg CO2e, se permiten ajustes y proyectos subnacionales • Financiamiento: incluye mercados y sector privado
NACIONAL	Creación de la CICC	-	Estrategia Nacional de Cambio Climático	-	<p>Publicación del PECC</p> <p>Creación del GT-REDD+ en la CICC</p>	<p>Presentación del R-PP de México</p> <p>Creación del CTC-REDD+</p> <p>País piloto del FIP</p> <p>Acuerdo con el gobierno de Noruega y PNUD</p> <p>Visión de México para REDD+</p>	<p>Acciones tempranas REDD+</p> <p>Borrador de la estrategia nacional para REDD+</p> <p>Preparación del PIF de México</p>
ESTATAL	-	-	-	Inicia proyecto piloto REDD en el Ocote	Inicia el proyecto “Una REDD para Chiapas”	<p>Chiapas entra en el GCF</p> <p>Firma del MoU con California y Acre</p> <p>Publicación de la Ley para la Mitigación y Adaptación al CC</p>	<p>Pagos en la Selva Lacandona, por la acción temprana REDD+</p> <p>Establecimiento del ROW</p> <p>Instalación del CTC-REDD+ de Chiapas</p> <p>Publicación del PACCCH</p> <p>Instalación de la CICCCH</p>

1.3. Dinámicas de uso de suelo actuales en el estado

El cambio de uso de suelo, como resultado de las actividades humanas, constituye hoy día el aspecto más importante entre los procesos de cambio global (Dale, 1997) y se estima que cerca de la mitad de la cobertura vegetal del planeta ha sufrido alguna transformación a causa de la deforestación, degradación o fragmentación (Daily, 1995).

1.3.1. Cambio de uso del suelo

En Chiapas, en la última década los procesos de degradación de los bosques están cobrando relevancia, observándose un incremento progresivo de la superficie anual de bosque que pasa a la categoría de bosque degradado. El cambio de uso del suelo de bosque a no bosque también ha incrementado su importancia desde el año 2000 alcanzándose niveles reportados en los 90s según Paz *et al.* (2010f). Estos autores llevaron a cabo un análisis del cambio de uso del suelo para todo el estado de Chiapas, considerando los periodos 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2007 y 2007-2009, para las categorías generales de Bosque, Bosque Degradado y No-bosque.

En los últimos 10 años también se han registrado procesos de regeneración (cambio de no bosque a bosque), aunque con una tendencia más marcada hacia la recuperación de coberturas de bosque degradadas. El paso de bosques degradados hacia bosques más conservados también presenta cifras relevantes, aunque en el último periodo (2007-2009) el balance en los cambios registrados entre las categorías de bosque y bosque degradado se inclinó hacia una mayor superficie de bosque que se degrada (con respecto a la que se recupera).

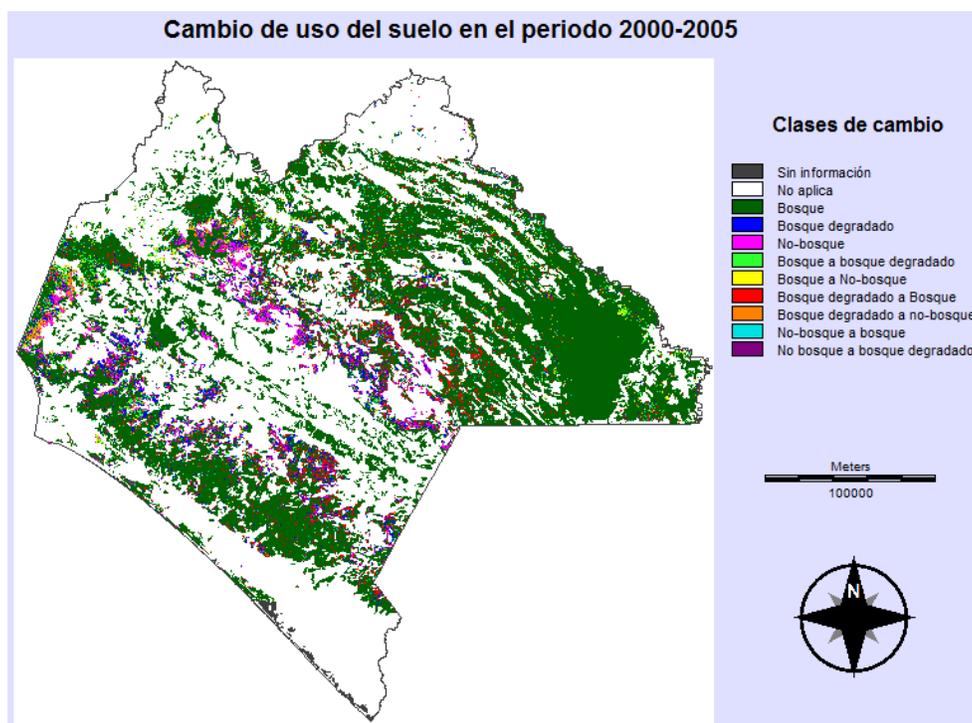
En el Cuadro 3 se muestran las tasas anuales de cambio o no-cambio de uso del suelo en Chiapas dentro de cada periodo evaluado en el estudio de Paz *et al.* (2010f).

Cuadro 3. Procesos de cambio de uso del suelo (ha año⁻¹) en el estado de Chiapas. Fuente: Paz *et al.* 2010f

CATEGORIA	1990-1995 (ha año ⁻¹)	1995-2000 (ha año ⁻¹)	2000-2005 (ha año ⁻¹)	2005-2007 (ha año ⁻¹)	2007-2009 (ha año ⁻¹)
Bosque que se mantiene	586,268.80	540,923.74	547,772.02	1,476,719.55	1,489,426.38
Bosque degradado que se mantiene	30,066.71	28,132.07	31,058.69	79,462.22	91,073.93
No-bosque que se mantiene	37,582.15	27,630.00	20,769.70	56,013.57	54,531.81
Bosque a bosque degradado	41,608.40	36,154.10	23,528.16	55,933.34	75,487.73
Bosque a No-bosque	21,629.56	11,222.77	8,250.03	14,814.63	21,972.15
Bosque degradado a Bosque	45,256.55	34,118.23	41,850.05	77,011.79	52,574.31
Bosque degradado a No-bosque	22,377.42	7,647.91	12,027.73	21,809.30	22,326.12
No-bosque a bosque	28,670.33	16,188.16	10,010.93	32,529.87	10,369.98
No bosque a bosque degradado	10,580.99	23,227.78	12,449.75	30,578.67	27,732.56

Por otra parte, se destaca que desde el 2005 casi se ha multiplicado por 3 la superficie de bosque que se mantiene como bosque y también ha incrementado, con respecto a los datos de los periodos 1990-2005, la superficie de no bosque que se mantiene. Además, la superficie de bosque degradado sin cambios ha aumentado notablemente a lo largo de la última década, lo cual puede estar relacionado con la estabilización de la frontera agrícola en algunas zonas y, también, con las prácticas continuadas de extracción no regulada que mantienen a los bosques en condiciones de degradación. Cabe mencionar que las tendencias mostradas en el Cuadro 3 son dependientes de la definición Bosque y Bosque degradado usadas por Paz *et al.* (2010f), por lo que los resultados deben considerarse solo como indicativos.

A continuación se muestran los mapas de cambio de uso del suelo para los periodos 2000-2005, 2005-2007 y 2007-2009 detectados en Chiapas (Figura 1).



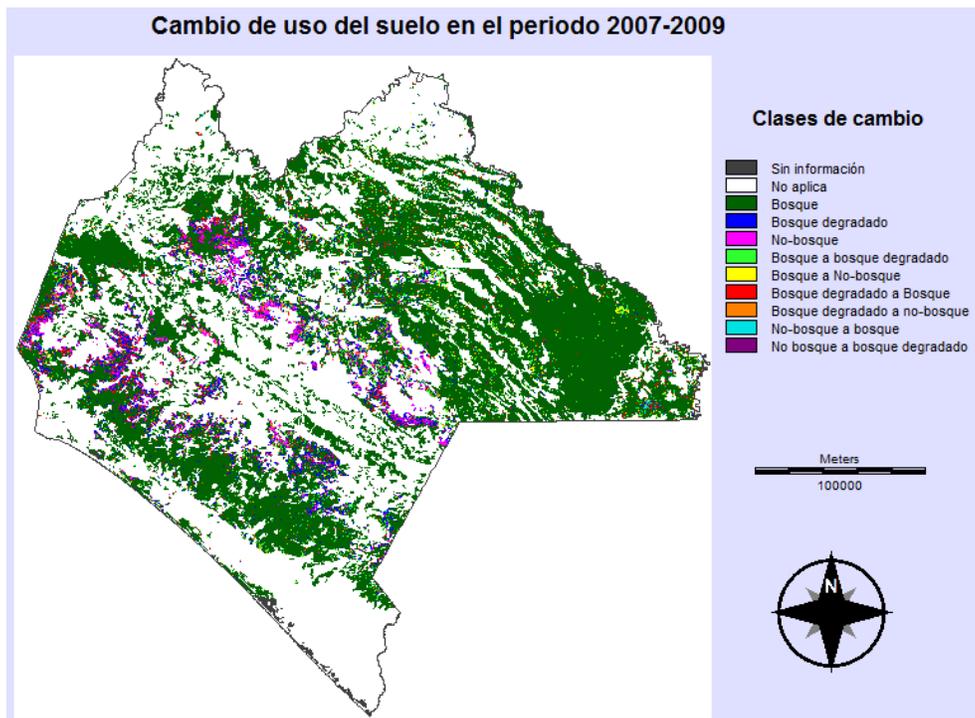
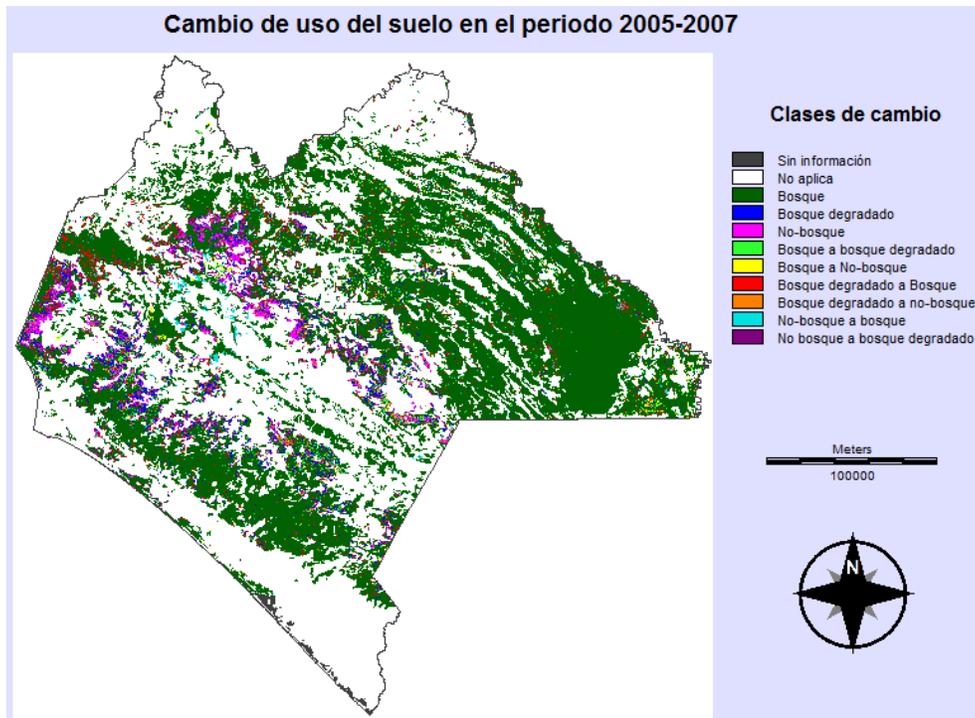


Figura 1. Cambio de uso del suelo en Chiapas en los periodos: 2000-2005, 2005-2007 y 2007-2009.
Fuente: Paz *et al.*, 2010f

Adicionalmente, según los datos del IEGEI (Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero; de Jong *et al.*, 2010c) para el sector USCUS (Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura), que presenta información sobre el cambio de coberturas boscosas a tierras agrícolas y pastizales (es decir, deforestación) para los periodos 1990-2002 y 2003-2008, la apertura de tierras forestales para la implantación de potreros suma grandes superficies en Chiapas. Los tipos de vegetación que más han sufrido deforestación en el estado, según estos autores, son las selvas perennifolias secundarias, seguidas de las selvas caducifolias secundarias, bosques de coníferas secundarios, selvas primarias y bosque mesófilo secundario (Cuadro 4). Es importante señalar que los trabajos de Paz *et al.* (2010f) y de Jong *et al.* (2010c) no son intercomparables por las escalas de análisis e insumos utilizados.

Cuadro 4. Cambio de Tierras Forestales (TF) a Tierras Agrícolas (TA) y Praderas (PR) en ha/año para los periodos 1990-2002 y 2003-2008 (Deforestación). Fuente: de Jong *et al.*, 2010c

Tipo de Bosques	TF → TA		TF → PR	
	1990-2002	2003-2008	1990-2002	2003-2008
	(ha año ⁻¹)			
Bosque de Coníferas Primario	2,600	438	2,461	1,364
Bosque de Coníferas Secundario	3,183	2,273	4,412	4,768
Bosque de Encino Primario	1,703	198	1,061	388
Bosque de Encino Secundaria	1,000	2,076	1,437	1,382
Bosque Mesófilo Primario	390	186	477	469
Bosque Mesófilo Secundaria	995	2,266	2,200	1,850
Selva Caducifolia Primaria	73	3,747	98	6,150
Selva Caducifolia Secundaria	5,250	-	11,125	130
Selva Perennifolia Primaria	141	365	3,935	3,957
Selva Perennifolia Secundaria	768	4,870	16,603	22,358
Selva Subcaducifolia Secundaria	271	138	1,862	469
Total	16,421	16,558	45,881	43,283

En cuanto a la recuperación de superficies arboladas, el abandono de praderas contribuye con la mayor superficie a la recuperación de bosques, sobre todo en el periodo 2003-2008 (Cuadro 5), aunque en todos los casos los valores de deforestación son superiores, por lo que el balance neto sigue siendo negativo para los bosques. En este caso, los tipos de vegetación que han ganado más superficie a costa de los usos agropecuarios son, al igual que en el caso de la deforestación, las selvas perennifolias secundarias, selvas caducifolias secundarias y bosques de coníferas secundarios, seguidos por el bosque mesófilo secundario.

Cuadro 5. Cambio de Tierras Agrícolas (TA) y Praderas (PR) a Tierras Forestales (TF) en ha/año para los períodos 1990-2002 y 2003-2008 (Reforestación) Fuente: de Jong *et al.*, 2010c

Tipo de Bosques	TA → TF		PR → TF	
	1990-2002	2003-2008	1990-2002	2003-2008
	(ha año ⁻¹)			
Bosque de Coníferas Primario	905	298	426	219
Bosque de Coníferas Secundario	1,923	2,348	1,843	1,113
Bosque de Encino Primario	456	237	113	127
Bosque de Encino Secundaria	1,179	1,086	244	446
Bosque Mesófilo Primario	722	-	198	210
Bosque Mesófilo Secundaria	821	992	643	1,555
Selva Caducifolia Primaria	52	-	12	32
Selva Caducifolia Secundaria	3,204	2,459	2,166	2,759
Selva Perennifolia Primaria	145	168	343	1,124
Selva Perennifolia Secundaria	1,329	1,079	4,908	12,599
Selva Subcaducifolia Primaria	-	-	68	97
Selva Subcaducifolia Secundaria	358	191	1,121	915
Total	11,095	8,859	12,086	21,196

1.3.2. Modelos conceptuales de dinámica de uso del suelo

La información generada a través de mapas nos da una idea de los cambios en las coberturas/ usos del suelo a nivel estatal y regional, en términos de superficies y tiempos, sin embargo no nos explica los procesos detrás de estos cambios. En las áreas rurales de Chiapas la economía familiar es altamente dependiente de los recursos naturales y la producción agropecuaria, además del trabajo asalariado. La leña y carbón vegetal se utilizan como combustibles para el hogar, se cultiva la milpa (que es el sistema productivo tradicional de granos básicos: maíz, frijol y calabaza, principalmente), muchos tienen animales que actúan como una inversión de capital y los productores están en una continua búsqueda de oportunidades que les proporcionen mayores ingresos y una economía diversificada.

Para entender la dinámica de uso del suelo en un área determinada (comunidad, municipio, región, etc.) es posible construir modelos conceptuales que representen los cambios posibles que puede sufrir un determinado uso del suelo, en este sentido se puede utilizar el marco conceptual de los Modelos de Estados y Transiciones (METs⁶; Paz, 2009b; Covalada, 2010; Covalada *et al.*, 2011a y b).

⁶ Los METs se componen de 3 elementos: los estados, las transiciones y los umbrales. Un **estado** es un complejo reconocible, resistente y resiliente de 2 componentes: el suelo y la estructura de la vegetación. La vegetación y el suelo están conectados a través de procesos ecológicos integrales que interaccionan para producir un equilibrio sostenido que se expresa por un conjunto específico de comunidades vegetales (Stringham *et al.*, 2001). Cuando uno o más de los procesos ecológicos primarios responsables del mantenimiento del equilibrio de un estado se degradan (por causas naturales o antrópicas) por debajo del punto de la “auto-reparación”, se dice que se ha cruzado un **umbral**. En ausencia de una restauración activa, se forma un nuevo estado y también un nuevo umbral. Por otra parte, una **transición** es una trayectoria de cambio, precipitada por eventos naturales y/o acciones de manejo que degrada la integridad de uno o más de los procesos ecológicos primarios. Las transiciones pueden ser reversibles o irreversibles, una vez que se ha cruzado un umbral (Stringham *et al.*, 2001).

Los METs se pueden emplear identificando estados que representen diversos tipos de ecosistemas naturales y manejados (tipos de vegetación/ usos del suelo) y, al tratarse de modelos conceptuales que se representan de manera esquemática, pueden constituirse en herramientas sencillas de toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales a diferentes escalas.

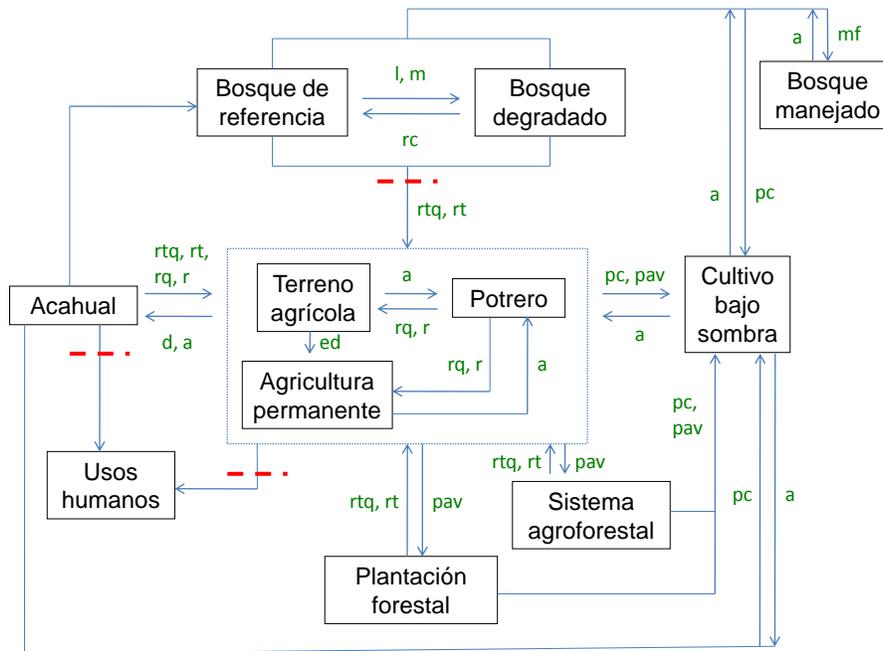
Para Chiapas se ha elaborado un MET genérico que muestra de manera sencilla las principales dinámicas de uso del suelo que se dan en el estado. Además, se han elaborado METs regionales, más detallados, que se presentan en el Anexo 1 de este informe.

El modelo genérico (al igual que los regionales) parte de un bosque de referencia o bosque sin perturbar que, a consecuencia de varios procesos de transición (expresados por las flechas azules, que indican la dirección del cambio y las letras verdes), puede transformarse en otros estados (Figura 2).

Tras un proceso continuado de extracción de madera y leña el bosque conservado puede convertirse en un bosque degradado.

A través de un Programa de Manejo Forestal el bosque puede ser gestionado. También es posible la plantación de cultivos bajo sombra (como el café o cacao) con el manejo de la sombra del bosque.

En ocasiones, el bosque completo es talado (con o sin quema) para convertirlo en terrenos agrícolas o potreros (pastizales). Esta transición supone el cruce de un umbral (línea roja discontinua), que indica un cambio drástico del ecosistema original, el cual, para recuperarse va a necesitar de un largo periodo de tiempo o de acciones de restauración.



Estados: Cuadros (tipos de vegetación/usos del suelo); **Transiciones (letras verdes):** **l**: extracción de leña; **m**: extracción de madera; **rc**: recuperación; **mf**: manejo forestal; **rtq**: roza-tumba-quema; **rt**: roza-tumba; **rq**: roza-quema; **r**: roza; **a**: abandono; **d**: descanso; **ed**: eliminación del descanso; **pc**: plantación de café; **pav**: plantación de árboles de valor; **Umbrales:** Líneas rojas discontinuas

Figura 2. Modelo de estados y transiciones (MET) genérico para Chiapas. Fuente: Covalada, 2010.

Estos usos del suelo, generados a partir del bosque de referencia pueden, a su vez, ser objeto de nuevas transiciones:

- El bosque degradado puede recuperarse si cesan los disturbios o perturbaciones o ser convertido a cafetal u otro tipo de cultivo bajo sombra, terreno agrícola o potrero, al igual que el bosque conservado.
- El terreno agrícola puede transformarse en potrero si se abandona el cultivo y, al revés, el potrero puede ser usado como terreno agrícola si se decide rozar la zona (con o sin quema) y cultivar.
- El abandono del uso agrícola o ganadero, regenerará la cobertura vegetal mediante la aparición de acahuales (estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo), que, en ausencia de disturbio llegarán a convertirse en bosques maduros, o podrían entrar en el ciclo de la agricultura de roza-tumba-quema⁷, constituyendo estados transitorios para la regeneración de la fertilidad edáfica.

⁷ El sistema de agricultura temporal de roza-tumba-quema (y sus variantes), ampliamente utilizado en el estado, consiste en la tala de vegetación arbórea y/o roza de vegetación arbustiva y herbácea, que luego es quemada con el fin de limpiar terrenos para la producción agrícola o ganadera y para favorecer la incorporación de cenizas al suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes, aunque también hay zonas donde únicamente se roza y tumba sin quemar. En estos sistemas el terreno es cultivado durante una serie de años, quedando después la zona en descanso por un tiempo para que el suelo recupere su fertilidad, durante este tiempo la cobertura

- Otra posibilidad es que un terreno de agricultura temporal acabe utilizándose de manera continua para este fin.
- Los terrenos sin cobertura arbórea (terreno de cultivo y potrero), podrían convertirse en cafetales o cacaotales (u otros tipos de cultivo con sombra), tras la plantación de árboles de sombra y plantas de café o cacao (u otras especies vegetales sujetas a aprovechamiento).
- Estos terrenos (tierras agrícolas y potreros) también podrían transformarse en plantaciones forestales, en caso de que se lleve a cabo una reforestación en la zona.
- El establecimiento de sistemas agroforestales en tierras agrícolas y potreros es también una opción posible de cambio de uso del suelo.
- Tanto en las plantaciones forestales como los sistemas agroforestales podrían introducirse cultivos bajo sombra.
- En el acahual también podrían introducirse cultivos, manejando la sombra y plantando el arbusto o especie vegetal a aprovechar.
- Por último, también es posible que distintos usos del suelo acaben siendo utilizados como lugar de asentamientos humanos, lo cual supone el cruce de un umbral.

Las causas y factores que promueven y propician las transiciones entre estados se describen en el apartado 1.4 del presente informe.

Este tipo de modelos pueden utilizarse para el manejo de los bosques y esquemas de ordenación del territorio, ya que permiten evaluar el impacto de estrategias y decisiones en relación a los recursos naturales basándose en diferentes consideraciones, como por ejemplo su papel como sumidero (captura) o fuente (liberación) de carbono. A cada estado es posible asignarle valores promedio (con su incertidumbre asociada) de sus almacenes de carbono (o de otras características o propiedades), por ello, al definirse las trayectorias de manejo, es posible estimar las variaciones en los almacenes de carbono asociados a los cambios de un estado a otro y evaluar los costos asociados (Covaleda *et al.*, 2011a y b; Reyes *et al.*, 2011). En el caso de que el sistema suelo-vegetación sobrepase un umbral la recuperación del estado original es muy difícil de conseguir en términos operacionales, por ello, un sistema que ha alcanzado la condición de máxima degradación será muy costoso de restaurar. No obstante, si un sistema está en un estado transicional, entonces es viable que puedan aplicar acciones costo-efectivas de manejo.

Por tanto, los METs son capaces de incorporar actividades que entrarían en los mecanismos de REDD+, proponer prácticas de manejo que eviten la degradación de los ecosistemas forestales y mantengan o incrementen los almacenes de carbono en otras actividades productivas (agricultura, ganadería, etc.). Además, estos modelos pueden proporcionar retroalimentación adecuada y oportuna a los diseñadores de políticas sobre

vegetal se va restableciendo como vegetación secundaria o acahual (estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo). Posteriormente el terreno puede volver a ser cultivado o utilizado como potrero (pastizal) o, si cesan los disturbios o perturbaciones, por sucesión vegetal se recuperaría el bosque originario.

la efectividad de las estrategias REDD+ para controlar los factores que promueven la deforestación y degradación de los bosques (Covaleda *et al.*, 2011b).

1.4. Descripción de las causas y tendencias de deforestación y degradación de bosques en el estado de Chiapas

En las regiones tropicales la degradación y deforestación son procesos progresivos y asociados que resultan en la conversión de las áreas forestales en mosaicos de bosques más conservados, otros más degradados, vegetación secundaria y áreas dedicadas al uso agropecuario (Panta *et al.*, 2008). La deforestación resulta en la conversión del bosque en otro tipo de cobertura, mientras que la degradación es un proceso más sutil que puede suponer una pérdida parcial de la cubierta forestal, modificación de la estructura vertical o cambios en otros atributos.

La deforestación está asociada a diversos impactos ambientales, como la perturbación de los servicios ambientales, cambios microclimáticos, erosión, alteración de los regímenes hidrológicos y el incremento de emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero. También se relaciona con la disminución de la disponibilidad de hábitats y la pérdida de biodiversidad (García-Oliva *et al.*, 1994; Masera *et al.*, 1997).

En la mayoría de los casos, la degradación forestal no se manifiesta como una disminución de la superficie boscosa, pero también provoca impactos en el bosque, alterando el hábitat para la fauna y afectando a los servicios ambientales que provee, empobreciendo la biodiversidad, disminuyendo la captación de agua (Paz *et al.*, 2010b), la biomasa aérea y el carbono edáfico incluso hasta niveles similares a los reportados para otros usos del suelo (Covaleda *et al.*, 2011c).

Según Masera *et al.* (1997), los procesos de deforestación y degradación de los bosques por efecto de las actividades humanas constituyen una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en México, aunque mediante apropiadas políticas de apoyo y la implementación de técnicas silvícolas que mejoren su producción, tienen un gran potencial para convertirse en “captadores netos” de carbono. Bajo esta perspectiva, el manejo silvícola y la reforestación de los bosques se presentan como opciones de corto y mediano plazo en la mitigación del cambio climático (Sheinbaum y Masera, 2000).

La deforestación y la degradación pueden ocurrir por causas naturales (incendios, huracanes, plagas y enfermedades, etc.) o ser consecuencia de actividades antrópicas. En este último caso puede deberse o ser impulsada desde diferentes ámbitos, diferenciándose los tipos generales (VCS, 2011): deforestación/degradación planeada (tierras legalmente destinadas a ser convertidas de bosque a no-bosque y actividades de extracción de productos previstas) y no planeada. Además, de acuerdo al patrón espacial podrían clasificarse en: deforestación/degradación de frontera (cuando las

infraestructuras y actividades humanas entran en áreas de bosque conservadas) y en mosaico (cuando la mayor parte de las áreas con cubierta forestal son accesibles).

En México y en Chiapas, en el pasado, la deforestación y degradación planeadas jugaron un papel importante, como parte de las políticas de desarrollo del sector forestal y agropecuario y procesos de colonización. En la actualidad predomina en el estado la deforestación y degradación no planeadas y, de acuerdo a los mapas de deforestación generados por Paz *et al.* (2010f) y al modelo de deforestación de Castillo *et al.* (2010), el arreglo espacial se acerca más a la forma de mosaico salvo, tal vez, cuando se producen incendios de grandes dimensiones o se construyen nuevas carreteras que atraviesan áreas poco transformadas.

En cuanto a las tasas de pérdida de la cobertura de bosque detectadas en el estado de Chiapas, según el estudio de Golicher *et al.* (2008) los valores son bajos (5.4 % en el periodo 1990-2007), en contraste con la percepción general de que la deforestación en el estado es muy elevada. Por otra parte, considerando los datos de Paz *et al.* (2010f) en la Figura 3 se presenta el impacto de los procesos de degradación y deforestación en el estado para el periodo 1990-2009.

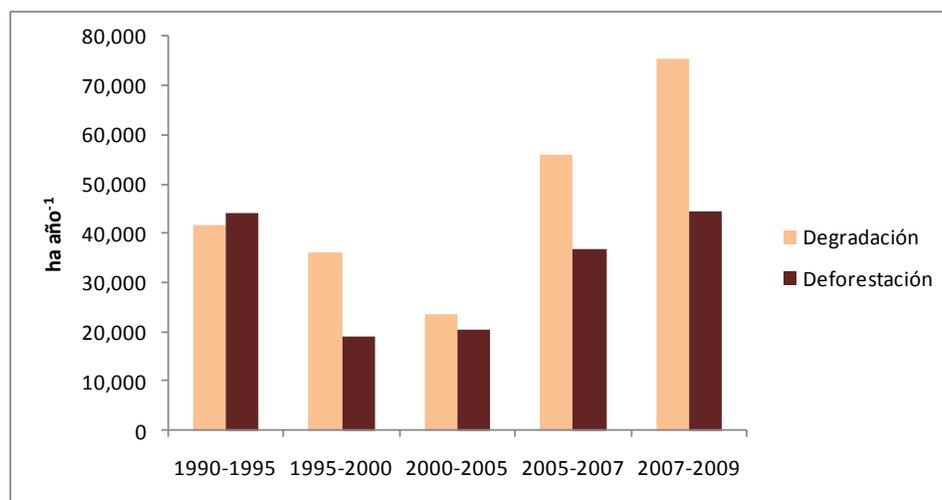


Figura 3. Superficies anuales afectadas por degradación y deforestación en Chiapas entre 1990 y 2009. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Paz *et al.* (2010f)

1.4.1. Políticas forestales en México y Chiapas

Las diferentes políticas forestales que se han sucedido en el país y el estado a lo largo de su historia reciente están directamente relacionadas con los problemas de deforestación en el pasado y, por tanto, con la situación actual de los recursos naturales.

En México a lo largo del siglo pasado se publicaron varias Leyes Forestales que alternaron políticas de extracción para el desarrollo industrial, a través de concesiones a empresas, con políticas conservacionistas que establecían vedas forestales sin permitir el aprovechamiento del bosque ni tan siquiera a los habitantes de las comunidades rurales. Este historial de aprovechamientos extensivos, vedas y restricciones a los pobladores rurales favoreció la tala clandestina y generó fuertes impactos en la economía de los campesinos y de los productores de madera de pequeña escala dejando además su huella en los bosques mexicanos (Merino y Segura, 2007).

La centralización del control de los recursos forestales y la negación de derechos a los campesinos que habitan los bosques fue una constante hasta los 80s (Merino y Segura, 2007), cuando se promulgó la Ley Forestal de 1983 que tuvo una orientación mucho más social, en respuesta a las demandas de los ejidatarios, otorgando permisos de aprovechamiento a los dueños de los bosques y favoreciendo a las comunidades que en México poseen entorno al 80% de las tierras forestales. Sin embargo, a pesar de estas conquistas sociales, aún persisten problemas en los ejidos, en donde existen fuertes contradicciones en torno a las decisiones relacionadas con el uso de la tierra (FDN-ACBPEM-TNC, 2009).

En Chiapas, durante las décadas de los 70s y 80s la práctica forestal dominante consistía en explotaciones madereras comerciales y tradicionales no sostenibles a cargo de grupos privados y estatales. El Gobierno tenía el monopolio de las concesiones madereras y sólo una pequeña parte de las ganancias eran transferidas a los campesinos y a sus asociaciones o ejidos. Sin embargo, a principios de los 80, los ejidos comenzaron a participar más directamente en la utilización y gestión forestales, llegando en algunos casos a obtener mayores beneficios (Castaños, 1994). En la región de Ocosingo, incluso, surgieron proyectos de forestaría comunitaria desde los años 70 (FDN-ACBPEM-TNC, 2009). Esta etapa, desafortunadamente, duró poco, ya que en 1989, el Gobierno del Estado de Chiapas suspendió los aprovechamientos forestales, incluso para leña e impuso una veda forestal con el fin de proteger los recursos forestales estatales. Por el contrario, la veda promovió la extracción ilegal de madera, los incendios forestales y truncó los esfuerzos campesinos de ejecutar sus primeros aprovechamientos forestales. En 1994 se suspendió la veda forestal, coincidiendo con el levantamiento Zapatista y cambios en el Gobierno del Estado (FDN-ACBPEM-TNC, 2009).

La consecuencia de este historial de políticas forestales en México y Chiapas, es la escasa experiencia en el manejo sostenible de los recursos naturales por parte de los pobladores rurales y la desvalorización del recurso bosque, cuestión que en la actualidad se está tratando de restaurar gracias al trabajo de diferentes instituciones, en manejo forestal comunitario, a programas como los pagos por servicios ambientales y a la posibilidad de acceso a mecanismos que permiten aprovechar los productos maderables y no maderables de manera legal, los cuales, a pesar de todo, aun resultan insuficientes.

1.4.2. Factores que inciden en la deforestación y la degradación en el Estado de Chiapas

Los factores se refieren a los procesos que inciden en los cambios de uso del suelo hacia cubiertas no forestales y en la disminución de la cobertura de los bosques. En términos generales podemos clasificar los factores en locales y difusos. Los factores locales, a su vez, se pueden subdividir en físicos (relacionados con el acceso a los recursos), ambientales (fenómenos climáticos, plagas y enfermedades, características de los suelos, etc.), socioeconómicos (el nivel de pobreza, marginalidad, densidad poblacional, usos y costumbres, entre otros) y difusos (relacionados con políticas públicas, mercados, uso ilegal, existencia de organizaciones, etc.; Paz, 2009b).

Estos tipos de factores pueden actuar por separado pero, en Chiapas lo más habitual es que se presenten de manera conjunta, incentivando la transformación y alteración de los bosques en unos casos y evitándola en otros.

Físicos

En Chiapas, la accesibilidad a un bosque expresada como su distancia a caminos/carreteras o predios agrícolas está relacionada con la deforestación, siendo ésta mayor a mayor proximidad con predios agrícolas o caminos (Castillo *et al.*, 2007; Castillo *et al.*, 2010), también la proximidad a áreas previamente transformadas fue clara hasta los 2 km (Castillo *et al.*, 2010).

En cuanto a la pendiente, Castillo *et al.* (2007) no encontraron una relación muy clara entre esta variable y la deforestación, lo cual atribuyen a que la combinación de pobreza con alta densidad poblacional crea unas condiciones en las cuales la necesidad de tierras de cultivo empuja a la gente a cultivar en zonas de mayores pendientes, menos propicias para fines agrícolas. Aunque, por otra parte, en el estudio de Castillo *et al.* (2010) se encontró una relación lineal entre la pendiente y la deforestación hasta los 15 grados de inclinación del terreno.

Por otra parte, la expansión urbana, que generalmente se produce de manera desordenada, tiene un claro efecto sobre la deforestación de las áreas próximas a ciudades o poblaciones. Las canteras, que también se abren de manera indiscriminada, suelen encontrarse en lugares próximos a caminos, generando fuertes impactos por la pérdida total de la cobertura vegetal y los horizontes edáficos, además del impacto paisajístico que provocan.

En las zonas montañosas, como en Los Altos de Chiapas, se observa que a mayor altitud hay un menor incentivo para cultivar las tierras puesto que los rendimientos son menores (Cortina, 2007). También, a menor distancia de los núcleos agrarios o urbanos hay mayor incentivo para buscar trabajo asalariado en la ciudad, ya que el costo y el tiempo de transporte disminuyen. Así mismo, Bolom Ton (2000) señala que, en comunidades de

bosque mesófilo en las Montañas del Norte, el impacto del disturbio humano disminuye conforme la topografía se hace más abrupta e inaccesible y se incrementa la altitud.

La degradación forestal se ve igualmente favorecida por la accesibilidad a los recursos. En este sentido, Tovilla *et al.* (2007) reportan que las áreas de manglar más cercanas a los caminos y comunidades grandes son las más afectadas por la extracción de madera en algunas zonas de la costa de Chiapas. En otros lugares también se han reportado evidencias, como encontró Covaleda (2008), en una zona de bosques de pino-encino en Michoacán, donde se identificó un gradiente de degradación creciente hacia las zonas habitadas y a lo largo de los caminos. Panta *et al.* (2008) también encontraron que la degradación en una región de Nepal estaba relacionada con la accesibilidad a los bosques con especies preciosas. Adicionalmente, la degradación asociada a extracciones clandestinas trae aparejada la apertura, muchas veces indiscriminada, de caminos que incentivan, además, la degradación del suelo.

De acuerdo a lo anterior, los factores físicos más relacionados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Factores físicos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas

Deforestación y Degradación
<ul style="list-style-type: none">• Apertura de caminos o canales• Cercanía a núcleos de población• Pendiente del terreno• Altitud (en zonas montañosas y de altiplanicie)• Cercanía a áreas ya transformadas

Ambientales

Los fenómenos hidrometeorológicos extremos (como huracanes, ciclones y tormentas tropicales) y no extremos (como vientos fuertes), han afectado en los últimos años al Estado de Chiapas, ocasionando deslaves y derribos de árboles en áreas montañosas, sobre todo de la Sierra Madre, pero también en otras regiones, en zonas previamente degradadas o deforestadas, particularmente en áreas de pendiente. La zona de manglares de la costa es la que primero recibe el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos que tocan tierra en la costa de Chiapas actuando como barrera, cuando la cobertura forestal está en buenas condiciones de desarrollo (Rojas, 2009), pero recibiendo a su vez fuertes impactos. También en otras regiones se han sufrido inundaciones a causa de las crecidas de los ríos y presas ocasionadas por estos fenómenos, asociadas a la deforestación de las cuencas altas y medias.

Desde el año 1998, el estado de Chiapas se ha situado entre los estados con mayor incidencia de incendios a nivel nacional (INEGI, 2010), como consecuencia de los cambios

climáticos de los últimos años (e.g. huracanes y tormentas tropicales) que provocan la acumulación de materiales combustibles producto de los deslaves y desbordes de cauces de los ríos. Por otro lado, las sequías extremas favorecen la incidencia de estos fenómenos (Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales, 2012), como la que ocurrió en 1998, asociada al fenómeno meteorológico de El Niño, que ocasionó que los incendios forestales consumieran extensas áreas en el Estado. La magnitud del daño varía mucho dependiendo del tipo de incendio (en términos generales de suelo, superficie o copas), pudiendo deforestar extensas superficies o causar degradación de diferente intensidad.

El tipo de clima también tiene influencia sobre el uso que se le quiera dar a un suelo ya que se relaciona con la productividad agrícola. Según Castillo *et al.* (2010), en el periodo 1993-2002 fue en el clima cálido-subhúmedo donde se produjo la mayor pérdida de cobertura arbórea mientras que la zona templado-húmeda sólo registró un 5 % de pérdida.

La fertilidad de los suelos y su grado de pedregosidad son otro tipo de variables que incide sobre la posibilidad de que un área de bosque sea deforestada. En varias regiones del estado (sobre todo áreas montañosas y zonas tropicales de suelos someros) los suelos son poco aptos para la agricultura, por lo que, una vez eliminada la cubierta vegetal pierden rápidamente su fertilidad al ser cultivados, sin embargo, la necesidad de obtener alimentos hace que se hayan deforestado lugares para producción agrícola muy poco propicios para este fin. Aun así, en zonas donde predominan suelos de baja fertilidad, la ganadería y actividades forestales suelen ser más redituables.

Las plagas y enfermedades forestales también son causa de degradación de las masas forestales al debilitar y matar especies vegetales, provocando apertura en el dosel arbóreo, cambios en la estructura del bosque y pérdida de productividad forestal. En Chiapas las principales plagas forestales que amenazan los bosques son los descortezadores de coníferas de los géneros *Dendroctonus*, *Pithyophthorus* y *Antiteuchus*, que presentan actividad intensa en determinadas áreas identificadas, que se comentan más adelante.

Los principales factores ambientales que pueden incidir en la deforestación y degradación en el estado se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Factores ambientales asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas

Deforestación	Degradación
<ul style="list-style-type: none"> • Eventos climáticos extremos • Incendios forestales • Tipo de clima • Tipo de suelo (fertilidad, pedregosidad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eventos climáticos no extremos • Incendios forestales • Plagas y enfermedades forestales

Socioeconómicos

En cuanto a la densidad poblacional, Castillo *et al.* (2010) encontraron para Chiapas una relación débil entre esta variable para el año 1990 y las tasas de deforestación del periodo 1993-2002. Estos autores explican que este hecho se debe al tipo de actividad productiva que compite con los bosques, es decir, la ganadería extensiva, que requiere de grandes superficies para un reducido número de cabezas de ganado, por lo que se dan tasas altas de deforestación aún en zonas con baja densidad poblacional.

Por otra parte Cortina (2007) tampoco encontró relación entre la densidad poblacional y la deforestación en Los Altos de Chiapas, aunque si halló relación entre un mayor índice de marginación y una menor superficie de bosques en la zona. Además, en este mismo trabajo se encontró que la proporción de la población que trabaja en los sectores secundario y terciario (trabajo asalariado y servicios) de la economía se relaciona con el porcentaje de superficie con bosque, es decir, a mayor porcentaje de la población económicamente activa ocupada en la agricultura mayor es el porcentaje de la superficie deforestada por ejidos. Así mismo, los ejidos con una mayor superficie de uso común tienen un mayor porcentaje de superficie forestal. Esto se debe a que en muchos ejidos se han establecido normas internas de acceso y uso de los recursos naturales (sanciones por corta de árboles, normas de acceso del ganado al bosque).

En ocasiones el aumento en la densidad poblacional si está relacionado con una mayor presión sobre los recursos, esto ocurre cuando las normas de acceso a la tierra de los ejidos permiten que aumente el número de usuarios de la tierra (Cortina, 2007), por ejemplo, si se permite el acceso a la tierra de todos los hijos de ejidatarios, la población ejidal aumenta y se produce una expansión de la superficie agrícola.

Los fenómenos migratorios en el medio rural chiapaneco son parte de su historia. Por una parte, la migración a Estados Unidos y a grandes ciudades, como el D.F y Cancún, ha sido muy habitual en tiempos recientes aunque ahora, a consecuencia de la crisis económica internacional se está produciendo un regreso de migrantes que presumiblemente se traducirá en una mayor presión sobre los recursos (Dahringer, 2011, comunicación personal). Por otra parte, se han dado migraciones de población rural entre regiones de Chiapas, en busca de mejores tierras, de trabajo asalariado en la construcción de infraestructuras (presas, carreteras, etc.) o por políticas de colonización de áreas estratégicas para la nación (por ejemplo, la zona de Marqués de Comillas, que hace frontera con Guatemala). Estos movimientos poblacionales han ocasionado que personas procedentes de otros lugares se asienten en medios diferentes a sus lugares de origen, donde sus conocimientos para el aprovechamiento del medio pueden ser inadecuados.

En cuanto a los usos y costumbres, los incendios provocados por causas antrópicas se deben, principalmente, a la falta de control en las quemas agropecuarias asociadas a la tradicional agricultura de roza-tumba-quema, las cuales pueden convertirse en incendios descontrolados, que arrasan la vegetación adyacente (Jefatura Estatal de Control Contra

Incendios Forestales, 2012). También en este sentido, en los Altos de Chiapas, por ejemplo, es muy común talar algún árbol para vender la madera y así poder pagar alguna necesidad familiar (médico, escuela, etc.; Ayala, 2012-comunicación personal-).

El sector rural en Chiapas es fuertemente dependiente de algunos productos forestales que utilizan en su vida diaria, principalmente la leña, pero también plantas medicinales, caza, etc. En zonas de alta marginación, la dependencia de combustibles vegetales para satisfacer las necesidades domésticas es mayor, ya que se carece de otras alternativas. A nivel nacional se observa que el 89.9 % de hogares que usan leña o carbón vegetal para cocinar se concentra en los 125 municipios con menor índice de desarrollo humano (INEGI, 2011). La densidad poblacional y las normas de uso y acceso a los recursos presumiblemente tienen también un impacto sobre la degradación forestal, aunque no se han encontrado estudios específicos al respecto.

Por último, según Merino (1997) la existencia de condiciones claramente definidas respecto a la propiedad de la tierra es un requisito básico para la estabilidad de las áreas forestales.

En relación a los factores socioeconómicos relacionados con la deforestación y degradación se destacan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Factores socioeconómicos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas

Deforestación	Degradación
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de marginación • Porcentaje de población económicamente activa ocupada en agricultura • Porcentaje de población rural con trabajo asalariado • Normas internas de uso de los recursos naturales en los ejidos y comunidades • Normas de acceso a nuevos usuarios de la tierra • Porcentaje de tierra de uso común en ejidos y comunidades • Fenómenos migratorios • Usos y costumbres • Problemas de tenencia de la tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad poblacional • Índice de marginación • Normas internas de uso de los recursos naturales en los ejidos y comunidades • Normas de acceso a nuevos usuarios de la tierra • Usos y costumbres • Problemas de tenencia de la tierra

Difusos

La creación de zonas de reserva natural contribuye a la conservación de ecosistemas clave dentro de un estado o nación ya que la declaración de las mismas ha restringido y controlado los procesos de deforestación en comparación con las zonas no protegidas. Sin embargo, según Mahar y Schneider (1994; citados por Castillo *et al.*, 1998) la falta de apoyos a las áreas naturales protegidas podría llegar a incentivar la deforestación en las mismas y también la degradación ya que, en México, existen asentamientos y ejidos ubicados dentro de áreas protegidas.

Las Secretarías Federales (SEMARNAT, SAGARPA) y estatales (en Chiapas: Secretaría del Campo, Secretaría de Medio Ambiente) con competencia en el medio rural, tradicionalmente han lanzado programas enfocados al desarrollo de las áreas rurales, incentivando la producción agrícola (con programas como ProCampo), ganadera (como ProGan) o la recuperación de la cubierta forestal (como ProArbol), el problema es que no existe una coordinación institucional y no se suelen considerar las condiciones particulares de las distintas regiones (tanto naturales como culturales), lo cual ha propiciado cambios de uso del suelo en tierras poco aptas para los fines de estos programas.

Los cambios de orientación de las políticas públicas y los precios de las materias primas en los mercados también pueden tener un impacto directo en la degradación y deforestación, por ejemplo, el impulso a la producción de café para el mercado internacional desde los años 70, a través del INMECAFE (Instituto Mexicano del Café, hoy desaparecido), favoreció el establecimiento de cafetales en varias regiones de Chiapas. Posteriormente la crisis internacional de los precios de café (1989) y la interrupción de las ayudas gubernamentales provocó el abandono de cafetales en extensas áreas. En el Soconusco, por ejemplo Ramos (2006) reporta que la crisis de los precios del café provocó la tumba de cafetales para la producción de maíz y frijol o para ganadería, generándose procesos graves de erosión, al tratarse de una zona de suelos volcánicos. Por el contrario, los atractivos precios actuales del café están atrayendo a nuevos productores, los cuales, en función del manejo que le den a su cafetal, podrían degradar zonas de bosques conservados.

La existencia de asociaciones de productores tiene un efecto importante sobre el mantenimiento en el tiempo de un determinado uso del suelo, normalmente agrícola pero, en ocasiones, este efecto es también positivo sobre la conservación del bosque. Martínez (2009), por ejemplo, asocia el incremento de superficie forestal en Jitotol (región Montañas del Norte), con el incremento de la superficie dedicada a café y la creación de UREAFA (asociación de productores de café orgánico). De igual forma, en la Sierra Madre, la plantación de palma camedor en los bosques para su posterior venta al mercado ornamental favorece la conservación de la cubierta forestal.

Otro factor que tiene relación con el uso del bosque y su conservación son los planes de manejo forestal y otras herramientas legales de aprovechamiento (UMAS y permisos de

aprovechamiento). Cortina (2007) encontró que en Los Altos, los núcleos agrarios que tenían bajas o medias superficies deforestadas contaban con planes de manejo forestal, ya que, el plan compromete a los ejidatarios y comuneros a no cambiar el uso del suelo en las áreas bajo manejo; además, les permite vender la madera legalmente, lo cual genera ingresos económicos y empleos en la extracción forestal. El problema de los planes de manejo, según Duarte (2010), son los complicados y costosos trámites para obtener una autorización de aprovechamiento forestal por parte de la SEMARNAT. Esto desalienta a los dueños de los bosques que buscan otras vías de aprovechamiento como el cambio de uso del suelo y la tala ilegal. Por otra parte, también existen programas de apoyo a la forestaría comunitaria como el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF) de la CONAFOR y algunos subsidios.

Los pagos por servicios ambientales (PSA) se implantaron en México con los objetivos de evitar la deforestación y la escasez de agua, entre otros objetivos; además este tipo de mecanismos ha permitido dar a conocer los valores y servicios que prestan los bosques, contribuyendo a darles valor. Los PSA conllevan algunas obligaciones, entre las que se encuentran limitar el pastoreo, formar brigadas que se dediquen a actividades de vigilancia y restricciones, como el cambio de uso del suelo de forestal a cualquier otro y el derribo de arbolado (CONAFOR, 2008).

Las OSCs (organizaciones de la sociedad civil) están jugando un papel importante en el desarrollo rural sustentable y contribuyen a evitar o revertir los procesos de deforestación, aunque su influencia es local o regional. Su labor se ha enfocado en proponer e implementar estrategias económicas viables para la gente del campo, buscando conservar los recursos naturales y suplir las carencias de los programas de gobierno, dando asistencia técnica y capacitación sobre buenas prácticas de manejo, apoyando a las comunidades a conseguir planes de manejo forestal, pagos por servicios ambientales, venta de carbono en mercados voluntarios, utilizando mecanismos legales de conservación de bosques o áreas de importancia natural, etc.

Por último existe una falta de normatividad que organice los usos que se le pueden dar al suelo, tanto en áreas rurales, restringiendo las actividades en lugares con características físicas inadecuadas (zonas con bosques en pendientes pronunciadas y terrenos pedregosos, etc.), como en el entorno de las áreas urbanas, dando orden al crecimiento de las ciudades (Castillo *et al.*, 1998). A esto se suman los fenómenos de apropiación ilegal de la tierra a través de invasiones, que vienen a complicar aún más el problema de la deforestación y degradación. Todos estos problemas se agravan por el hecho de no existir una autoridad eficiente con capacidad para resolver estos conflictos.

Los factores difusos más directamente relacionados con la deforestación y degradación en el estado de Chiapas se enumeran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Factores difusos asociados con la deforestación y degradación forestal en Chiapas

Deforestación	Degradación
<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de áreas de reserva natural • Programas de gobierno que incentivan la expansión de la agricultura (ProCampo, programas estatales, programas municipales) • Políticas de gobierno que incentivan la ganadería (ProGan, programas estatales, programas municipales) • Ausencia de un plan de manejo forestal • Interrupción súbita de ayudas de los programas de gobierno • Falta de asistencia técnica y capacitación • Pago por servicios ambientales (PSA) • Existencia de organizaciones de productores • Precios de las materias primas en los mercados locales e internacionales • Apoyo de organizaciones de la sociedad civil • Falta de normatividad o falta de su aplicación en cuanto a los usos del suelo • Falta de autoridad para resolver conflictos 	<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de áreas de reserva natural • Políticas de gobierno que incentivan la ganadería (ProGan, programas estatales, programas municipales) • Ausencia de un plan de manejo forestal • Falta de asistencia técnica y capacitación • Pago por servicios ambientales (PSA) • Existencia de organizaciones de productores • Apoyo de organizaciones de la sociedad civil • Falta de normatividad o falta de su aplicación en cuanto a los usos del suelo • Falta de autoridad para resolver conflictos

1.4.3. Causas directas de la deforestación en Chiapas

Aunque no se dispone de los datos necesarios para conocer el efecto de todos los factores relacionados con la deforestación (por ejemplo, se desconoce cuál es la superficie afectada por huracanes y otros eventos climáticos), si se dispone de datos de la superficie de bosque transformada a usos agropecuarios y la superficie afectada por incendios forestales (Cuadro 10). Estos factores, son considerados como las principales causas directas de deforestación en Chiapas (de Jong *et al.*, 2000; CEAB-ACBPEM-TNC, 2009).

Cuadro 10. Superficie deforestada en Chiapas en el periodo 1990-2008 a causa de diferentes procesos, donde TF = Tierras Forestales, TA = Tierras Agrícolas y PR = Praderas.

	TF → TA	TF → PR	Incendios forestales
Superficie (ha)	312,821	856,151	592,091

Avance de la frontera agropecuaria

El avance de la frontera agropecuaria implica la tala de áreas de bosque con el fin de utilizar el suelo con fines de producción agrícola o ganadera. Según los datos del SIAP, la superficie cultivada en Chiapas presenta una tendencia a la disminución desde el 2004, estabilizándose a partir del 2008 (Figura 4).

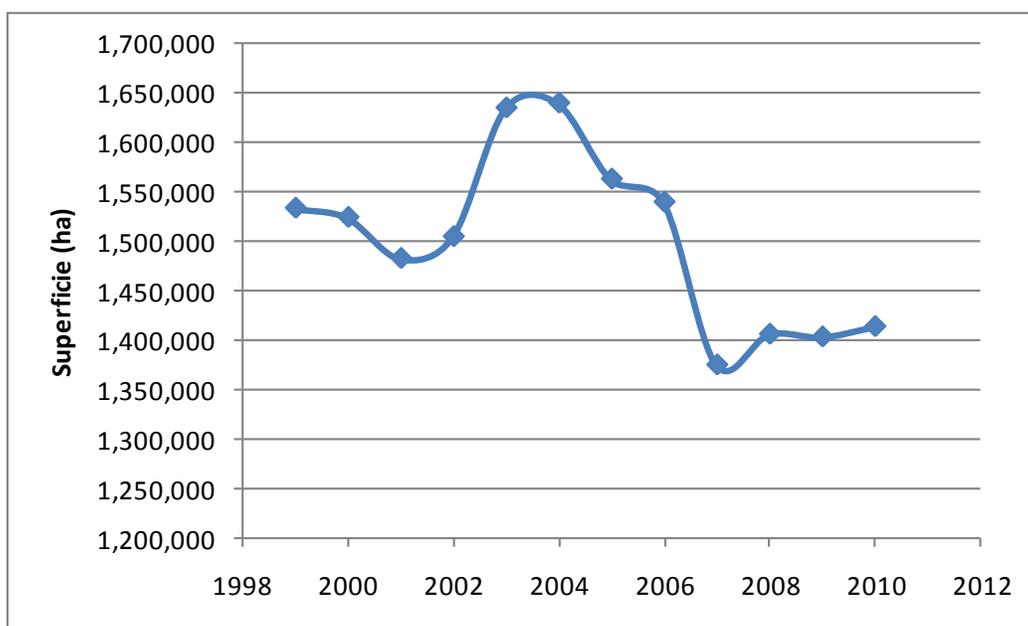


Figura 4. Superficie cultivada en Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

Estos datos, junto con los presentados previamente en la sección de cambio de uso del suelo indican que la apertura de áreas para el pastoreo de ganado ha tenido una mayor relevancia en el Estado como causa directa de deforestación. Esta situación coincide con lo que está ocurriendo en América Latina, donde la conversión de bosques a pastizales para la ganadería ha sido una de las principales causas de deforestación (Cairns *et al.* 2000).

Incendios

Desde el año 1990, el año con mayor superficie afectada por incendios ha sido, por mucho 1998, seguido por 2003 y 1997 (Figura 5). Entre los diferentes tipos de vegetación hay una gran diferencia en cuanto a su afectación por incendios, siendo los pastizales los que presentan la mayor superficie dañada por esta perturbación (61.5 %), seguido de la vegetación secundaria de selvas altas y medianas (10.7 %), así como de vegetación secundaria de bosques de coníferas y latifoliadas (8.2 %; de Jong *et al.*, 2010c).

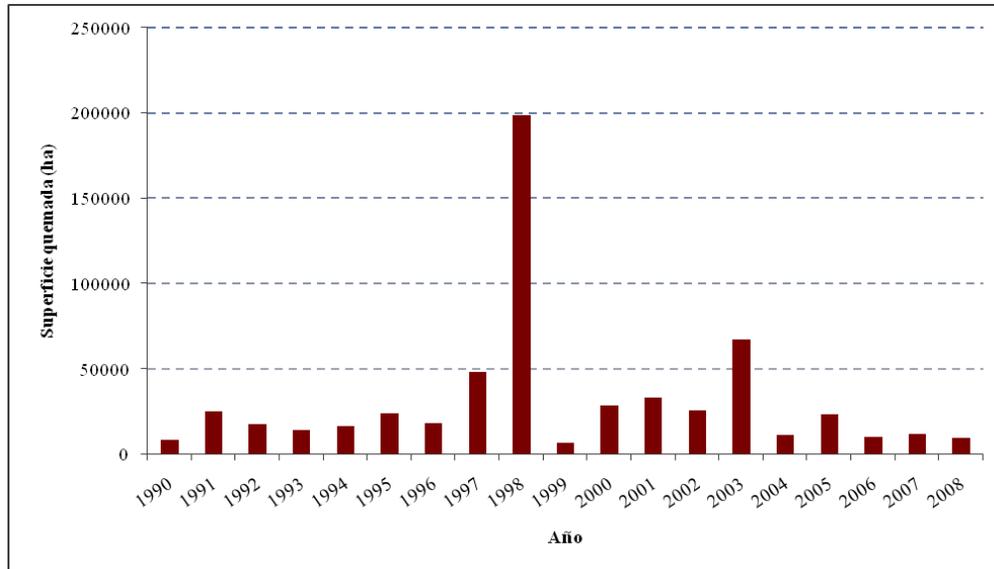


Figura 5. Superficie (ha) total anual afectada por incendios forestales en el estado de Chiapas, correspondiente al periodo 1990-2008. Fuente: de Jong *et al.*, 2010c

La CONAFOR tiene clasificadas, a nivel estatal, las áreas con mayor afectación por incendios forestales (Figura 6). Estas áreas se localizan en torno a la Depresión Central, Altos y Sierra Madre, principalmente en la zona de la Sepultura, hacia la Selva Zoque y Chimalapas. Esta región concentra aproximadamente el 73 % de los incendios forestales que se producen en la entidad. Estos incendios son consecuencia, principalmente, de la actividad agropecuaria (“limpia” de parcelas agrícolas y la quema de potreros para estimular el rebrote de los pastizales) asociada a las condiciones climáticas de estas regiones, caracterizadas por escasa precipitación, altas temperaturas y presencia de fuertes vientos en la época de estiaje (Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales, 2012).

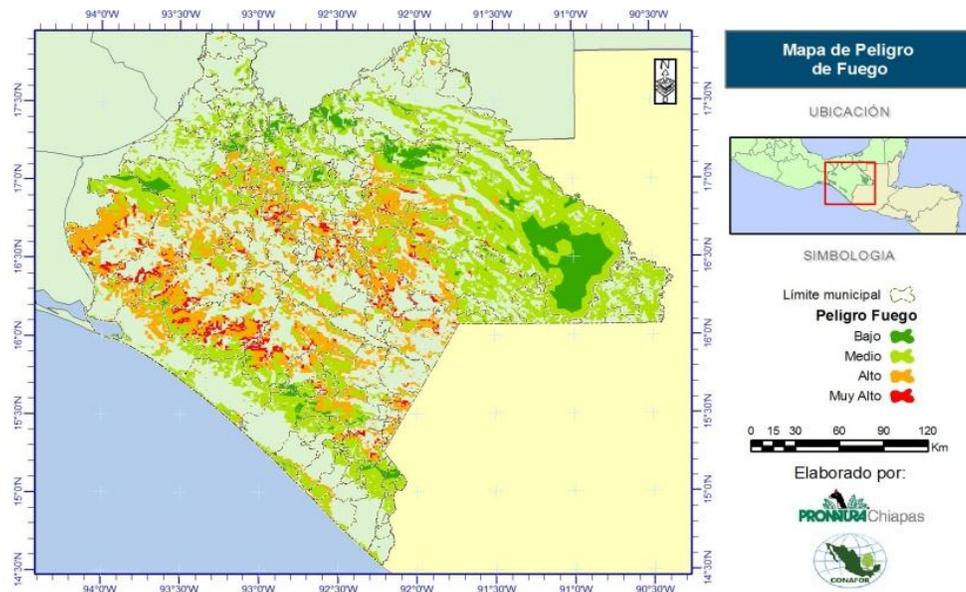


Figura 6. Mapa de Peligro de Incendios. Fuente: Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales (2012)

En el Anexo 3 se presentan algunos mapas más relacionados con el tema de los incendios en Chiapas.

En cuanto a la incidencia a nivel municipal, los municipios más críticos son Cintalapa, Villa Corzo, La Concordia, Jiquipilas y Ocosingo, ya que en conjunto representan el 70 % de la superficie afectada anualmente por incendios forestales en el estado (Figura 7).

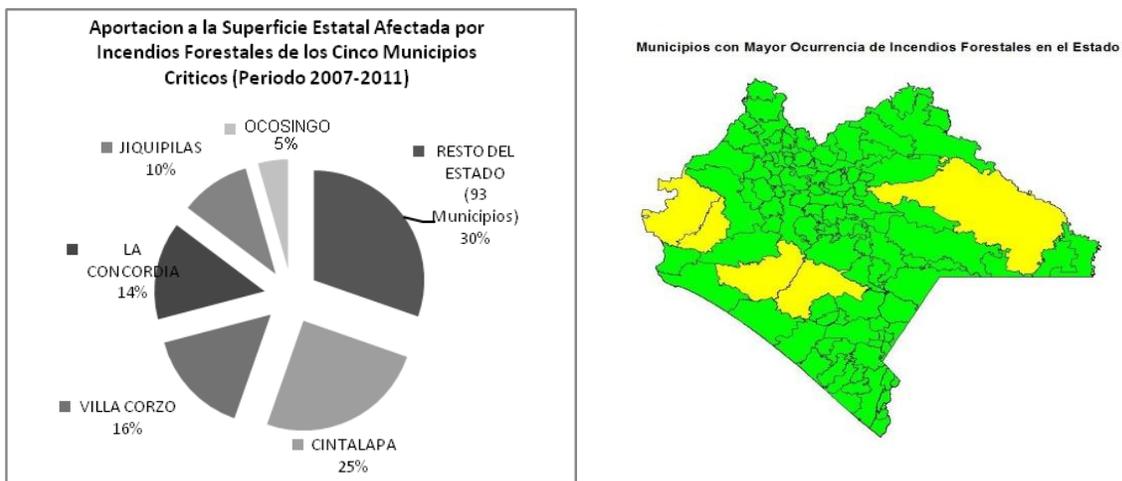


Figura 7. Municipios con mayor ocurrencia de incendios forestales en Chiapas. Fuente: Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales (2012)

En la Figura 8 se presentan las principales causas de incendios reportados en Chiapas en el periodo 2007-2011. Tras los incendios relacionados con actividades agropecuarias que

abarcan cerca del 60 %, se encuentran los incendios de origen desconocido, aunque presumiblemente relacionados con actividades de cambio de uso del suelo. Destaca también el aumento de los incendios provocados por cazadores en algunas áreas (6.7%), especialmente en áreas naturales protegidas, para la obtención de especies silvestres para la venta.

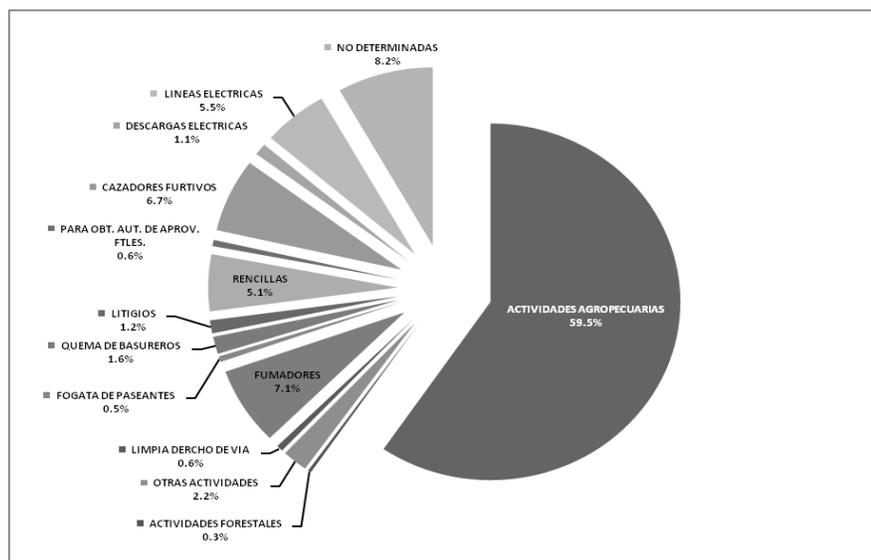


Figura 8. Causas de incendios en el estado de Chiapas en el periodo 2007-2011. Fuente: Jefatura Estatal de Incendios Forestales (2012)

1.4.4. Causas de la degradación en Chiapas

La extracción de madera y leña, sin arreglo a planes de manejo es, probablemente, la principal causa de degradación de los bosques en el Estado. Los incendios recurrentes, el pastoreo en el bosque y las plagas y enfermedades forestales en determinadas áreas, han sido también apuntados como causas importantes de la degradación forestal en el Estado.

Extracción de productos maderables sin arreglo a planes de manejo

Es difícil saber cuál es la magnitud de la extracción ilegal de madera en Chiapas, sin embargo, el volumen de madera legal generada en 2010 fue de 194,234.9 m³ y según los últimos datos publicados en los medios (e.g. Salazar, 2012), ahora se estarían extrayendo lealmente entorno a 212 mil m³, por otra parte, según de Jong *et al.* (2010c) el volumen total de madera extraída anualmente en el periodo 2003-2008 fue de 305,271 m³ año⁻¹, por tanto, si esta última cifra es correcta, aproximadamente un tercio de la madera que se produce en el Estado tendría una procedencia ilegal.

En México, y especialmente en la parte Sur del país, el consumo de leña para la cocción de alimentos es muy habitual, particularmente en el medio rural. En la Figura 9 se muestra el consumo de leña en Chiapas durante el periodo 1990-2008 calculado por de Jong *et al.* (2010c), el ligero incremento que se observa va acompañado del crecimiento demográfico en el estado. Estos autores estiman que el consumo de leña por habitante equivale en Chiapas a $0.4752 \text{ Mg m.s. año}^{-1}$ y que la tasa de extracción anual de leña en el periodo 2003-2008 fue de $2'221,296 \text{ Mg m.s. año}^{-1}$.

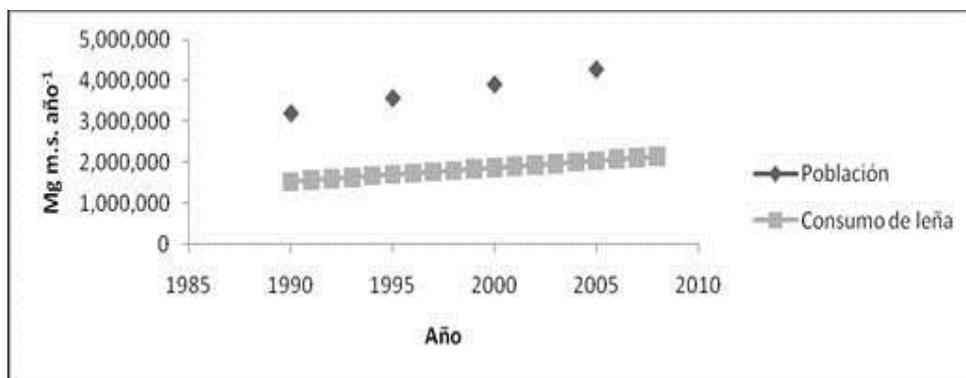


Figura 9. Consumo de leña anual a nivel estatal para el periodo 1990-2008. Fuente: de Jong *et al.*, 2010c

Masera *et al.* (2003) clasificaron los municipios en México de acuerdo a un índice de prioridad de leña, ubicándose áreas prioritarias en función de la presión sobre los recursos y el balance de productividad/consumo de leña. Una de las regiones de alta prioridad se ubica, como se observa en la Figura 10, en la zona de las Montañas del Norte y Altos de Chiapas y otra en la región de El Soconusco. Según la última actualización de la base de datos de Ghilardi *et al.* (2007), 37 municipios del estado de Chiapas son prioritarios, lo que constituye casi el 20 % del territorio estatal.

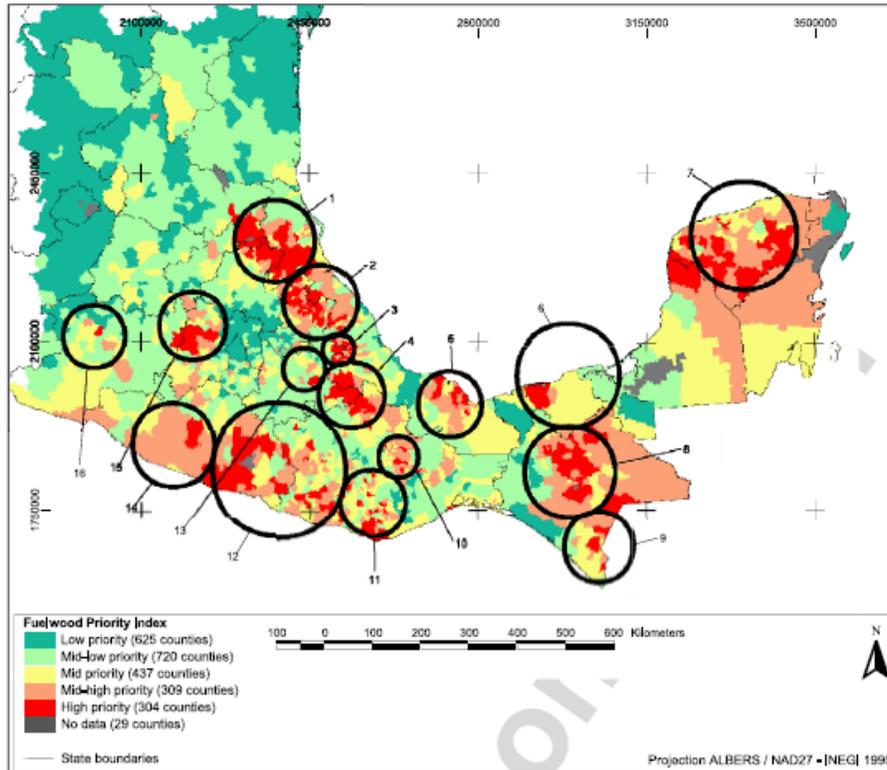


Figura 10. Áreas prioritarias por consumo y disponibilidad de leña en México. Fuente: Ghilardi *et al.* (2007)

Plagas y enfermedades forestales

En Chiapas, la CONAFOR tiene identificadas varias áreas problemáticas en los municipios de Altamirano, Motozintla, Las Margaritas, Comitán, Amatenango de la Frontera y Jitotol. Principalmente para estos municipios, entre 2006 y 2011 se emitieron 199 notificaciones para el saneamiento de 10,915 ha con una afectación potencial de más de 84,400 m³ (Gobierno de Chiapas, 2012a).

Incendios

Los incendios forestales también son una causa directa de la degradación forestal, aunque no se han realizado estudios que permitan conocer el verdadero impacto que producen, el cual puede ser de importancia si se tiene en consideración que entorno al 68 % de los incendios que se producen en el Estado son de tipo superficial y afectan principalmente al estrato herbáceo, seguido del arbustivo y en menor medida al renuevo y arbolado adulto (Figura 11).

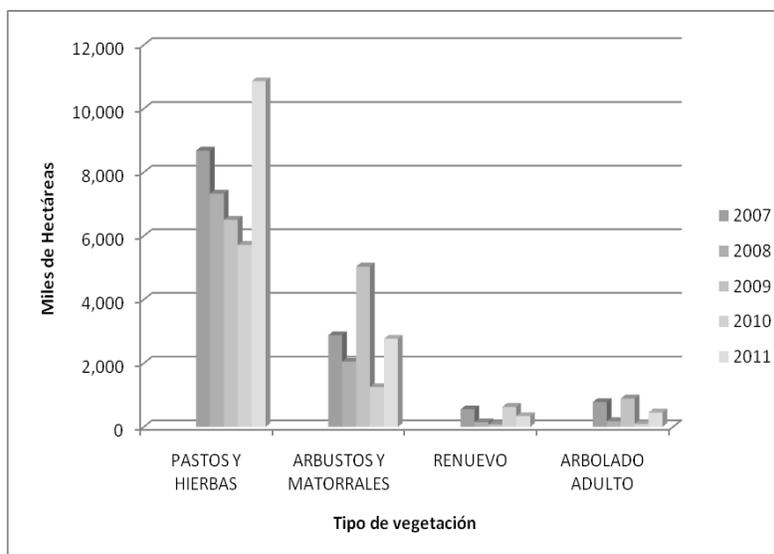


Figura 11. Superficie afectada por estrato de vegetación en los últimos cinco años en el Estado de Chiapas. Fuente: Jefatura Estatal de Incendios Forestales (2012)

En zonas de bosques templados, se ha señalado el efecto de los incendios frecuentes, unidos a otros factores de presión, sobre cambios en la estructura y composición específica de los bosques, favoreciendo a especies del género *Pinus* (proceso de pinarización; Ochoa, 2000;).

Pastoreo en bosques

El pastoreo de ganado en el bosque es característico de las regiones montañosas en Chiapas y se trata de un sistema trashumante entre el bosque y las áreas de acahual y rastrojales de maíz (Jimenez *et al.*, sin publicar). El ganado, al comerse los brinzales compromete la regeneración natural y provoca alteraciones en la estructura del bosque, además de compactación y erosión en áreas de ladera.

Tampoco se han realizado estudios específicos que permitan conocer el impacto de esta actividad sobre la degradación forestal.

1.4.5. Puntos críticos de la deforestación y degradación identificados en Chiapas

En su estudio, Golicher *et al.* (2008) sugieren que los procesos de deforestación en Chiapas se dan en una serie muy concreta de lugares y dentro de éstos en áreas próximas a caminos y carreteras. Los puntos críticos de la deforestación en el estado según estos autores son:

- La Selva Lacandona: Región Marqués de Comillas y zona norte
- Los Altos de Chiapas

- La Sepultura
- Presa de Nezahualcoyotl y El Ocote

En la región de *Marqués de Comillas*, desde finales de los 60 y hasta principios de los 90 los programas de gobierno encaminados a la creación de nuevos asentamientos, junto con el desarrollo de infraestructuras, tuvieron un gran efecto sobre el paisaje (de Jong *et al.* 2000). En estas áreas de disturbio es posible distinguir terrenos de cultivo, potreros y zonas cubiertas de vegetación secundaria. Estos hechos, aunados a la explotación maderera y petrolera, ha llevado a una drástica disminución del área arbolada (INESEMARNAP, 2000). Actualmente, la deforestación se produce por la necesidad de tierras para la producción de ganado bovino y en menor medida para agricultura (Castillo, 2009). Otro de los factores de la deforestación en la zona es la ausencia de opciones económicamente viables para el manejo y la conservación de los bosques. Durante la década de los 90 se exploraron opciones para la valorización de la aptitud forestal en la región, se promovió el manejo forestal comunitario mediante una iniciativa denominada Plan Piloto Forestal de Marqués de Comillas (Comparán, 1997), que no prosperó. Parte del fracaso se debió a la falta de mercado para muchas especies maderables tropicales, por lo que el aprovechamiento se centraba en un grupo pequeño de especies consideradas valiosas, por lo que una vez aprovechadas, el bosque perdía su valor (Castillo, 2009).

En la *Selva Lacandona*, otra área considerada como crítica es la zona Norte de la Reserva Montes Azules y el entorno de la laguna de Miramar, en este caso Golicher *et al.* (2008) detectaron procesos de deforestación dentro del área protegida, especialmente alrededor de Miramar y, aunque señalan que recientemente la pérdida de cobertura forestal en la zona se ha estabilizado, los problemas de tenencia de la tierra existentes deben ser abordados.

Los *Altos de Chiapas* es la región con mayor densidad de población rural en el Sur de México (FDN-ACBPEM-TNC, 2009). En esta zona, las áreas donde se ha detectado un proceso de deforestación más intenso se ubican en las comunidades entorno a Betania, entre San Cristóbal de las Casas y Teopisca (por un proceso de colonización de un grupo indígena ajeno al lugar). En cuanto a los tipos de bosque más afectados por la deforestación en la zona se encuentran el bosque mesófilo de montaña, áreas con encino y bosque de pino-encino (Golicher *et al.*, 2008). En los Altos de Chiapas (y también las Montañas del Norte) los bosques han estado expuestos durante siglos a numerosas actividades productivas, provocando con ello la reducción de sus superficies y la fragmentación de las áreas de bosque. Las principales amenazas en la zona son la ganadería, la expansión y dispersión de los asentamientos humanos y la alta densidad de caminos, además, se da una excesiva división de la tierra en propiedades muy pequeñas, que afectan la dinámica del uso del suelo. Estos factores aunados a los conflictos por propiedad de la tierra, que se consideran de alto impacto, resultan en una región con amenazas muy elevadas (CONABIO, 2010).

En el entorno de la Reserva de la Biósfera de *La Sepultura*, aunque el estudio de Golicher *et al.* (2008) no detectó grandes cambios en la cobertura forestal, la extensión de terreno que se utiliza para la ganadería en la zona de amortiguamiento indica que se ha estado produciendo un cambio de la cobertura existente y según el trabajo de Aguilar (2007) el incremento de la actividad ganadera en la zona durante los últimos 20 años está relacionada con el mayor apoyo por parte de programas de gobierno que no han impulsado una ganadería amigable con los recursos naturales. Además los incendios forestales han tenido un fuerte impacto en dicha reserva en las últimas dos décadas (Golicher *et al.*, 2008).

La zona de *El Ocote* ha sufrido grandes incendios forestales en su historia reciente, particularmente en 1998 (cuando fueron afectadas más de 22,000 ha de la reserva) y 2003 (CONANP *et al.*, 2004). Por otra parte, la construcción de una autopista entre Chiapas y Tabasco que cruza esta región, ha incentivado el desarrollo agrícola y los asentamientos humanos en el área (Golicher *et al.*, 2008). Según Flamenco *et al.* (2007) la tasa de deforestación en la región entre 1995-2000 fue del 6.8 %, debido principalmente a la conversión de bosque tropical en usos agropecuarios (estos autores no consideraron el efecto de los incendios forestales en su estudio).

Adicionalmente, según los mapas multitemporales de deforestación y degradación (Figuras 35-37) elaborados por Paz *et al.* (2010f) las zonas sometidas a mayor presión se ubican en torno a la Depresión Central.

1.4.6. Tendencias de la deforestación en Chiapas

Las regiones Depresión Central, Sierra Madre, Altos y la zona de Marqués de Comillas concentran las áreas con mayor riesgo de sufrir deforestación en el estado según el modelo de deforestación elaborado por Castillo *et al.* (2010). En la Figura 12 se presenta la probabilidad de deforestación en las distintas regiones de Chiapas mientras que en la Figura 13 se resaltan las áreas con mayor riesgo de deforestación y se ubican los polígonos de las áreas naturales protegidas, lo que permite visualizar el efecto positivo de freno a la deforestación que tiene la conservación de áreas naturales dentro de los mecanismos existentes.

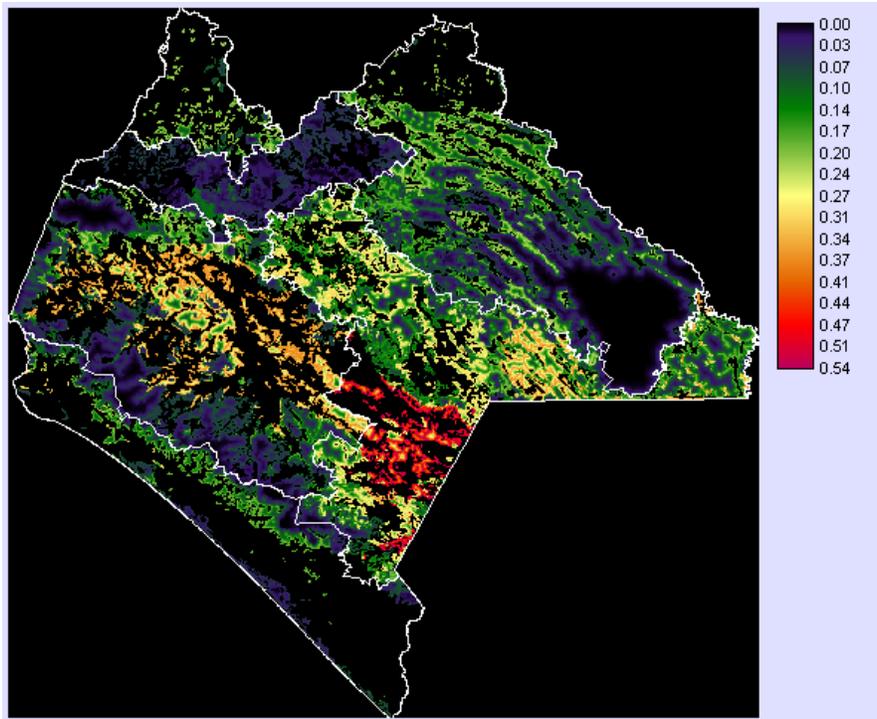


Figura 12. Probabilidad de deforestación en el estado de Chiapas. Fuente: Castillo *et al.*, (2010)

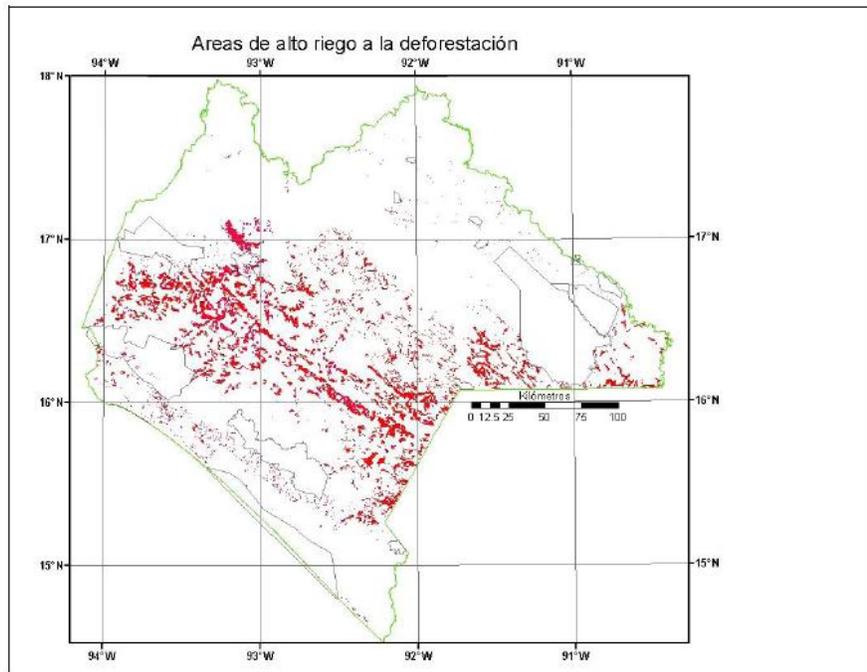


Figura 13. Áreas de alto riesgo a la deforestación. Fuente: Castillo *et al.*, (2010)

El que este mapa se convierta en una realidad va a depender, sobre todo, de la capacidad de las instituciones para coordinar sus programas y proyectos entorno al concepto de REDD+, incluyendo todos los usos del suelo y basándose en ordenamientos territoriales anidados (comunitarios, municipales-subcuencas, regionales, estatales) que tengan una base legal reconocida como instrumentos de gestión.

1.5. Análisis de la problemática social actual y potencial que pueda afectar la implementación de REDD +

Los servicios ambientales que prestan las selvas y bosques son intangibles y favorecen a toda la humanidad, aunque, en muchos países, incluyendo México éstos recursos se encuentran en posesión de comunidades rurales (indígenas y no indígenas). Esta consideración hace necesario analizar los planteamientos de REDD+ a detalle con el fin de preservar los derechos de las comunidades y generar mecanismos que favorezcan el desarrollo rural sustentable, con un reparto de beneficios justo y equitativo.

A nivel nacional, el Estado de Chiapas cuenta con una población indígena representativa, tanto en número de etnias como en número de individuos. Además, Chiapas presenta una gran diversidad en flora y fauna natural, contando con 5 reservas de la biosfera (Reserva de la Biosfera del Triunfo, Reserva de la Biosfera de la Sepultura, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y Reserva de la Biosfera de Montes Azules) y siendo algunas de ella corredores importantes para la conexión biológica con Centroamérica.

Los bosques y selvas del estado, escasamente manejados, son habitados en la mayoría de los casos por población indígena. Debido a esto es necesario considerar los aspectos que podrían facilitar u obstaculizar la implementación de REDD+, así como identificar los factores que podrían poner en riesgo la seguridad de las comunidades y ejidos y su entorno natural. En este sentido, la formulación de las Salvaguardas de REDD+ tiene como finalidad mitigar los impactos negativos que REDD+ pudiera causar en el momento de su diseño e implementación.

El presente apartado tiene como objetivo describir los principales obstáculos que podrían impedir el desarrollo de REDD así como la aplicación de las salvaguardas identificadas durante la COP16 en Cancún, México, como las mínimas a desarrollar y monitorear en los proyectos REDD+ de los países en desarrollo.

Considerando el planteamiento realizado en Cancún y con base en las condiciones y características del estado de Chiapas, se han identificado los siguientes aspectos como posibles limitantes para el desarrollo y monitoreo de estas salvaguardas internacionales:

1. Propiedad y tenencia de la Tierra
2. Organización local
3. El manejo forestal en el estado
4. Capacidades locales

5. Cambios en los usos de suelo
6. Diversidad Cultural
7. Coordinación interinstitucional

A continuación se describe cada una de ellas.

1.5.1. Propiedad y Tenencia de la Tierra.

Este es uno de los aspectos fundamentales a considerar en la implementación de cualquier política o instrumento de política pública en el medio rural, tanto en México como en cualquier otro país. La tenencia de la tierra hace referencia a las distintas formas de propiedad en que las personas físicas o morales se vinculan jurídicamente con la tierra, para los efectos de apropiación de los recursos y productos derivados de la misma (Procuraduría Agraria, 2006).

REDD+ entendido como un mecanismo de reorientación de las políticas públicas para evitar la deforestación y la degradación de los bosques, fomentar el manejo forestal sustentable y la conservación, debe abordar de manera ineludible el tema de la estructura de la tenencia de la tierra, ya que la tendencia a nivel internacional es que las estrategias de cada país sean construidas con una amplia participación social y algunos de los actores clave en este proceso son los dueños y poseedores de las tierras forestales.

El sistema jurídico mexicano establece en la constitución tres formas generales de tenencia de la tierra, las cuales son: la propiedad de la nación (o federal), la propiedad social (o de los ejidos y comunidades) y la propiedad particular (propiedad privada o pequeña propiedad).

A nivel internacional REDD+ está abriendo la coyuntura para que muchos pueblos indígenas y comunidades locales de diversas partes del mundo, coloquen en las agendas nacionales el tema de la regulación y la titulación de tierras a favor de los pueblos y comunidades que poseen las tierras forestales, que las habitan y protegen, cultivan y aprovechan sus bosques. La atención que ha generado REDD+ ha facilitado que a nivel internacional se intercambie información sobre la problemática forestal y rural de cada país, lo que ha permitido constatar que la reforma agraria que tuvo lugar en México en el siglo pasado y que permitió que el sector social fuese (como ya se ha comentado) dueño o poseedor de alrededor del 80% de los terrenos forestales, es una condición prácticamente única en el mundo. En general, la definición que existe a nivel constitucional en materia de tenencia de la tierra (incluyendo la propiedad social) hace que México tenga una ventaja comparativa respecto a otros países en la implementación de políticas públicas en el ámbito rural.

Concretamente en Chiapas, según el Censo Ejidal elaborado por INEGI en 2007, la superficie que pertenece a los 2,823 ejidos y comunidades de la entidad, es de alrededor de 4.5 millones de ha, es decir el 60% de la superficie total del estado, lo cual coloca a los

ejidos y comunidades indígenas y no indígenas como actores indispensables en la discusión, diseño e implementación de las políticas relacionadas con la deforestación, la degradación, el manejo forestal y la conservación.

Sin embargo, a pesar de todos estos logros en materia agraria todavía existe en el país una problemática importante en el sector rural, que si bien no tiene la magnitud de países que apenas están iniciando procesos de reconocimiento y titulación de tierras a favor de pueblos indígenas y comunidades locales, es necesario tenerla en consideración. Entre los principales problemas que existen en este sentido están los conflictos agrarios entre particular-ejido o comunidad, entre comunidades y ejidos o bien entre poseedores de terrenos nacionales⁸ con el gobierno.

Un ejemplo de conflictos entre núcleos agrarios lo constituye el de la región de Los Chimalapas, que además tiene la peculiaridad de ser interestatal. Otro conflicto importante en el estado es el de la Selva Lacandona donde no hay una diferenciación clara entre la propiedad federal y la comunitaria. Esta situación, aun sin resolver, provoca que al tratar de implementar políticas públicas en la zona se agudicen las contradicciones ya existentes, como ha sido el caso del Programa de apoyos del Gobierno de Chiapas denominado “REDD”.

Por otra parte, de acuerdo a información recabada por algunas organizaciones campesinas, en Chiapas hay alrededor de 4,000 expedientes registrados de “nacionaleros”, lo que representa el 60% del total nacional de este tipo de casos y muchos de ellos se localizan en terrenos forestales y áreas naturales protegidas.

Al hablar del tema de tenencia de la tierra hay que considerar, además, el proceso de envejecimiento de los titulares de los derechos agrarios y de la dinámica poblacional en los núcleos agrarios donde cada vez es mayor el número de avecindados, hijos de ejidatarios y de pobladores sin derechos sobre la tierra. Este sector de la población, cada vez más numeroso y que ejerce presión sobre los recursos forestales, es “invisible” para la mayoría de los programas de subsidios y para las políticas hacia el campo.

1.5.2. Organización local

El término de comunidad se define como un grupo de individuos que comparten un espacio, el cual funciona bajo principios y reglas acordadas por el conjunto social, expresándose la participación consciente de este grupo a través de un sistema integrado que se relaciona entre sí para cumplir ordenadamente ciertos objetivos previamente establecidos.

⁸Terrenos propiedad de la nación, sobre los cuales el Ejecutivo Federal puede ejercitar actos de administración y dominio. Conforme a la Ley Agraria los terrenos nacionales son los baldíos deslindados y medidos que recobra la nación. *Glosario de Términos Jurídico-Agrario, Procuraduría Agraria, México 2006*

La peculiaridad de los ejidos y las comunidades es que están reguladas tanto por principios legales (dirección colegiada a través de autoridades ejidales o comunales) a los cuales están sujetos, como por aquellos que derivan de sus normas, valores y principios locales.

En este sentido, la asamblea general adquiere una atribución legal, ya que es considerada como el máximo órgano de representación del ejido. Es importante, por tanto, fortalecer a la asamblea de modo que tenga la capacidad para crear con su autonomía una autoridad fuerte y respetable, que funcione como un representante legal y busque el beneficio de sus representados. Con esta base de gobernanza local, la comunidad y su asamblea jugarán un papel más activo y consciente en las acciones a desarrollar a nivel local.

Dentro de Chiapas, en la mayoría de sus regiones se da cumplimiento a la celebración de las asambleas comunitarias, donde se exponen problemáticas sociales, económicas o ambientales y donde se definen los mecanismos de la gobernanza local. Por ello se considera como una fortaleza, que en la gran mayoría de las comunidades y ejidos del estado se cumpla con la celebración de las asambleas comunitarias.

La debilidad de la asamblea se da cuando ésta funciona simplemente como un organismo deliberativo, que procesa un falso consenso sobre decisiones tomadas previamente o bien donde la participación es muy limitada, ya que únicamente los “derechosos” pueden participar en la toma de decisiones (en muchas ocasiones se limita la participación -voz y voto- a mujeres, hijos de ejidatarios, pobladores y avecindados). Esta problemática suele ser el resultado de un bajo grado de organización comunitaria, ya que si bien se cuenta con normas, valores y principios, en la cotidianidad estos se diluyen y no son fortalecidos. La mayoría de las veces los reglamentos y reglas no son reconocidos, ni aplicados, ni respetados por los ejidatarios o comuneros, solo se conoce de su existencia pero no se ha logrado una interiorización de estas, siendo, por tanto, débil la gobernanza local.

Quizás parte de este debilitamiento de la gobernanza se deba a la falta de liderazgos locales que cuenten con el respaldo, reconocimiento y confianza a nivel local. Este hecho puede deberse a antecedentes de corrupción, prácticas paternalistas o a los conflictos sociales de cada localidad, región y cultura, que limitan la organización comunitaria y acentúan la falta de interés en la creación de capacidades locales o el fortalecimiento de líderes que puedan impulsar acciones colectivas, que beneficien el desarrollo comunitario integral.

Además de lo anterior, es importante considerar la situación actual de inseguridad e ingobernabilidad en la que se encuentra el país. De acuerdo a Deheza (2011), en este momento la migración está siendo motivada por la pobreza, la inseguridad, los desastres naturales, escasez de agua y el cambio climático, donde esta migración puede ser nacional, estatal o local.

De acuerdo a esta autora, México es un país de migrantes y este fenómeno no es actual, ya que, como se ha comentado, la cercanía de México con Estados Unidos ha provocado desde siempre este tránsito de la población. Sin embargo, el grado de violencia actual en el país ha hecho que esta migración dentro y fuera del país se incremente. A nivel nacional, los estados que registran la mayor violencia son Chihuahua, Guerrero (Acapulco), extendiéndose a Tamaulipas, Veracruz, Nayarit, Jalisco y Michoacán, y se prevé que de no modificarse la política actual del gobierno federal esta se extenderá a los estados del sur del país.

En este contexto, la situación actual de Chiapas con respecto a la nacional es bastante aceptable, ya que si bien se han identificado acciones del crimen organizado (principalmente en las zonas urbanas; Tuxtla Gutierrez, Comitán, Cintalapa, San Cristóbal de Las Casas, Tapachula), esta no se ha filtrado o impactado en las zonas rurales, algo que si ha sucedido en estados del norte, pacifico y sur del país como Guerrero.

Las acciones ilícitas, sin embargo, generalmente se presentan en un nivel más local. Estas se expresan a través de la extracción ilegal de flora y fauna o bien la tala ilegal de recursos maderables. Desafortunadamente estas actividades no pueden ser identificadas y cuantificadas fácilmente ya que, en la mayoría de los casos, no hay denuncia y en otras tantas son los mismos miembros de las comunidades o autoridades ejidales las que se encuentran involucradas en tales hechos. En estas situaciones se vuelven importantes las figuras legales con las que cuentan las comunidades y ejidos, así como los instrumentos a través de los cuales la gobernanza local permite la protección y manejo de los recursos comunitarios.

1.5.3. El manejo forestal en el estado

El manejo forestal, entendido como el aprovechamiento de los recursos maderables y no maderables presentes en los bosques y selvas, es una actividad económica que no ha sido desarrollada en Chiapas. De acuerdo a los datos de la Agenda Estadística de Chiapas (2005), el sector forestal aportó 55 millones con 581 mil pesos, lo cual represento el 0.3% del valor total del sector agropecuario (68.57% del sector agrícola y 31.13% del sector pecuario) para el estado, en el año señalado.

A pesar de los antecedentes indicados en apartados anteriores en relación a las limitaciones sobre el aprovechamiento forestal en Chiapas, las comunidades que dentro de sus dotaciones cuentan con superficies forestales han empezado a valorarlas bajo una perspectiva de paisaje o de la prestación de servicios ecosistémicos. Esto ha derivado en algunos lugares en el desarrollo de actividades de ecoturismo que han adquirido importancia en la economía local y que, además, cuentan con alto prestigio a nivel nacional e internacional siendo ésta, por tanto, una de las fortalezas que liga al manejo forestal integral y el desarrollo local.

Por otra parte, es importante mencionar que en el estado se cuenta con información detallada de la situación local de algunos bosques en diferentes tipos de documentos, entre los que se encuentran los programas de manejo del fuego a nivel municipal y comunitario, así como los desarrollados por los prestadores de servicios técnicos de la CONAFOR para el pago de los servicios ambientales.

En el Estado de Chiapas se reconoce solo una experiencia forestal comunitaria exitosa, la del Ejido Coapilla (etnia Zoque), del municipio del mismo nombre, la cual desarrolla el manejo forestal desde 1996. Su organización local se basa en la figura legal del ejido y las acciones se desarrollan a través de la división de grupos de trabajo, rigiendo los planes de manejo forestal aprobados. Las capacidades y experiencias generadas en este ejido, pueden ser una muestra para otros ejidos o comunidades interesadas en el manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales. Experiencias como la de Coapilla han demostrado que la mejor práctica de conservación y permanencia forestal es el manejo integral de los bosques y selvas del estado, por lo que otros ejidos en el estado están ya siguiendo su ejemplo.

La debilidad o amenaza sobre los bosques se localiza en los lugares donde ni el ecoturismo ni las actividades de aprovechamiento forestales se han desarrollado. En los últimos años la restauración y el manejo forestal se han tratado de impulsar en las comunidades y con grupos aislados. El inicio de las comunidades en estas prácticas silvícolas requiere de capacitación, educación, manejo, acompañamiento y sensibilización, para lo cual se requiere de tiempo y financiamiento. Estos aspectos son uno de los retos a abordar dentro de las estrategias de reducción de emisiones de GEI del sector forestal en el estado.

1.5.4. Capacidades locales

A nivel nacional y estatal se ha reconocido la necesidad de crear y fortalecer capacidades a todos los niveles en el tema REDD+, esto incluye a las instituciones de gobiernos federales y estatales, a las organizaciones vinculadas al trabajo ambiental y de desarrollo comunitario y, por supuesto, a las comunidades y población propietaria de los recursos forestales.

En el taller realizado en la Ciudad de México (*Linking community monitoring with national MRV for REDD+*, 2011), representantes indígenas de África, Asia y Latinoamérica, exigieron su involucramiento en el diseño, preparación e implementación de las estrategias REDD+ en sus países, así como una voz dentro de las negociaciones internacionales. La demanda se dirigió, principalmente, a la necesidad de capacitación en el tema, en las acciones de MRV, en la implementación y monitoreo de las salvaguardas ya definidas y en la necesidad de cooperar con las instancias académicas y gubernamentales involucradas en el desarrollo de las estrategias a nivel nacional.

A nivel estatal, estas capacidades son aún incipientes, con excepción de las iniciativas desarrollada en Sierra Madre, Selva Lacandona y Selva El Ocote (desarrollo de capacidades para el monitoreo comunitario de almacenes de carbono), en el resto del estado el tema es desconocido y se está al margen de todo entrenamiento que le permita tener una participación activa dentro del diseño de la estrategia estatal o nacional REDD+.

En la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, desde el 2011 AMBIO inicio el proceso de capacitación de un grupo de técnicos comunitarios que, además de la capacidad técnica en el manejo de equipo y levantamiento de información en campo, cuentan ahora con conocimiento sobre los conceptos que abarca el término REDD y se espera que a través de ellos se pueda dar difusión a la temática en la región.

Es importante señalar que a través del desarrollo de metodologías confiables y sencillas de monitoreo puede involucrarse a los técnicos comunitarios, tanto en cuestiones técnicas como sociales. El monitoreo y seguimiento al cumplimiento y respeto de las salvaguardas locales es fundamental para los pueblos indígenas y ésta es una de sus mayores demandas.

1.5.5. Cambios en los usos de suelo

Según el PACCCH (2011) y de acuerdo a las cifras de INEGI, el Estado de Chiapas es el octavo más grande a nivel nacional, estando el 48% de su población concentrada en las zonas urbanas, mientras que el 52% vive en las zonas rurales, las cuales basan su desempeño económico en las actividades agrícolas y ganaderas. Además, Daheza (2011) señala que la población de Chiapas es la más pobre del país y se calcula que hasta el 47% de las personas sufren de inseguridad alimentaria.

El PECSE (Vargas *et al.*, 2009) señala como una oportunidad de servicio ecosistémico en Chiapas la deforestación evitada y reconoce que las áreas conservadas que se encuentran en lugares accesibles son las zonas más vulnerables a perderse. Castillo *et al.* (1998) señalan que, además de los procesos naturales y las causas antropogénicas, existen otros aspectos que promueven la transformación de los paisajes naturales como son las políticas y economías a nivel nacional y regional, lo cual está muy ligado a las políticas de desarrollo de las zonas rurales, además de los conflictos políticos y agrarios que producen inestabilidad social. Un ejemplo de esto último fue el establecimiento de la veda forestal, ya que al verse la población sin alternativas productivas en comunidades extremadamente pobres, la marginación social aceleró la deforestación y el aprovechamiento sin control de los recursos forestales, así como la invasión de tierras forestales. Los factores y causas de la deforestación, abordados en apartados anteriores, así como las consideraciones recién añadidas, sin duda podrían convertirse en barreras para el desarrollo e implementación de una estrategia REDD+.

A lo anterior vale la pena agregar la necesidad de suelo fértil para sembrar cultivos básicos como son el maíz y frijol, así como para el establecimiento de cultivos comerciales que

están limitando la recuperación de áreas forestales (por ejemplo, palma africana y plantaciones de cítricos en la Selva Lacandona). Los planteamientos encaminados al mejoramiento productivo deben, por tanto, ser parte de la estrategia REDD+, ya que la conservación de los almacenes de carbono no será posible sin asegurar antes la producción de alimentos de la población rural.

Por otra parte, la reconversión de tierras agropecuarias a actividades de restauración y reforestación se complica cuando las primeras cubren aspectos de subsistencia y de ellas se obtienen ingresos económicos. De acuerdo a información obtenida por Esquivel y Rodríguez (2011), los productores de los ejidos de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, estarían dispuestos a cambiar, mejorar o alternar actividades de menor impacto ambiental siempre y cuando se les apoye con los costos que tendrán estos cambios y los ingresos actuales que cubren las actividades que desarrollan, de lo contrario no existe interés por su parte en cambiar o mejorar sus actividades. Es necesario, por tanto, promover un Fondo que contenga recursos no solo para las emisiones evitadas sino que considere también aspectos relacionados con el mejoramiento productivo.

En este mismo trabajo se analizó el papel de las áreas de restauración natural -acahuales-, como parte del sistema productivo local y familiar. El análisis se basó en el rol que los acahuales pueden jugar para que las áreas agropecuarias puedan ser restauradas o mantenidas en ese uso, de modo que se evite la agricultura nómada, o bien se utilicen como espacios de amortiguamiento para minimizar los cambios de uso de suelo forestal, como resultados, se encontró que no todas las familias cuentan con acahuales y que son estas las superficies que heredan a los hijos. Por otra parte, las actividades de restauración se realizan en los acahuales más desgastados y degradados, lo que ocasiona fracasos en la restauración y en la mayoría de las ocasiones no se permite su recuperación adecuada. Lo anterior demuestra la necesidad de trabajar más sobre acciones de planeación territorial ya que los acahuales son áreas básicas para la recuperación de áreas forestales, para la producción agrícola y, sobre todo, como zonas de amortiguamiento para la deforestación.

Otra de las principales causas que se ha identificado en los cambios de uso de suelo y la pérdida de la cobertura vegetal en el estado son los incendios forestales, ya que la mayoría de estos tiene su origen en las actividades de roza-quema, las cuales forman parte de las actividades agrícolas y de restauración natural de pastizales.

A nivel estatal, desde el año 2000 se han desarrollado diferentes estrategias a través de las cuales se ha tratado de minimizar los incendios forestales y su impacto, entre ellas la Comunidad de Aprendizaje del Fuego (CAMAFU) en donde Organizaciones de la Sociedad Civil, como Pronatura-Sur, CAMADSS, AMBIO, UPROSIVI en coordinación con CONAFOR estatal y CONANP con sus diferentes direcciones de ANP, han generado capacidades a nivel comunitario (brigadas comunitarias). A su vez el gobierno estatal a través de instancias estatales ha puesto en marcha algunos centros regionales de incendios, los cuales se encuentran en funcionamiento todo el año. Todas las iniciativas en el estado tienen como finalidad la prevención de los incendios a través de la capacitación al

productor en el conocimiento de la ecología del fuego, reforzamiento del conocimiento comunitario de la época del año, forma y duración de las quemadas prescritas, así como de los efectos de las quemadas en la vegetación del área, disponibilidad y características de los combustibles, la aplicación de técnicas, uso de herramientas adecuadas en los combates iniciales, elaboración y aplicación de reglamentos internos, entre otros aspectos.

Si bien las acciones son aún incipientes, se cuenta con experiencia local y de coordinación con acciones a nivel regional y estatal, así como en el desarrollo de los Sistemas de Manejo de Emergencias (SME) a nivel local y regional, a través de los cuales es posible identificar las acciones mínimas a desarrollar una vez que se ha identificado la presencia de incendios, partiendo de una respuesta inmediata a través de la participación responsable (se refiere a la seguridad personal) de la población local.

1.5.6. Diversidad Cultural

Los indígenas y su importancia en el tema REDD+

La población indígena tiene en México singular importancia por la diversidad cultural que representan, la magnitud de su población, la cantidad de tierra que poseen y la cantidad de recursos naturales que manejan, entre otros aspectos. De acuerdo a datos del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria de la Cámara de Diputados, la población indígena de México es la más grande de América Latina y representa el 25 % de los indígenas de esta parte del continente.

Diversidad Cultural

La diversidad de los pueblos indígenas en México es muy amplia, se reconocen 62 lenguas vivas y cerca de 100 variantes y dialectos. En el caso de Chiapas existen 11 pueblos indígenas, entre los que se destacan por su población y distribución los pueblos: Chol, Tzeltal, Tzotzil, Tojolabal, Lacandón, Zoque y Mame, con menor presencia están también los pueblos Cakchiquel, Jacalteco, Kanjobal y Mochó. En la mayoría de estos grupos la lengua materna se preserva, así como algunas de sus prácticas tradicionales.

Esta diversidad muestra un escenario complejo y supone un enorme reto para el cumplimiento de los acuerdos de Cancún en cuanto a la participación amplia y plena de los pueblos indígenas y las comunidades locales, así como para el cumplimiento del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, suscrito por México en el año de 1990. Para llevar estos acuerdos a la práctica se requiere de la voluntad política del gobierno y de otros actores, entre otras cosas, para: 1) convocar a los distintos representantes de las organizaciones indígenas y campesinas y junto con ellos 2) generar en lenguaje accesible y en las diferentes lenguas indígenas la información sobre cambio climático y REDD+ y 3) realizar

una campaña de difusión amplia de la información sobre REDD+, previa a cualquier consulta al respecto.

Población, magnitud y dinámica

La población indígena en México, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 representa alrededor del 13% del total de la población, con más de 15 millones de personas que se consideran indígenas. Cabe destacar que en el Censo de Población y Vivienda del año 2000, se reportaron poco más de 10 millones de indígenas (lo que representaba un poco más del 10% de la población nacional), dicho Censo reportaba también que esta población se concentraba de manera importante en ocho estados de la república: Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Yucatán, Puebla, México, Hidalgo y Guerrero.

De acuerdo al Sistema de Indicadores sobre Población Indígena de México elaborado por la Comisión de Pueblos Indígenas (CDI) y por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) a partir de los datos del XII Censo General de Población y Vivienda y del II Conteo de Población y Vivienda, elaborados ambos por el INEGI en los años 2000 y 2005, respectivamente, en este periodo de 5 años la población indígena en México se contrajo en 150 mil personas, lo que representa en términos porcentuales un decrecimiento del orden de -0.26 %. Sin embargo, como se señala en el párrafo anterior, los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010 apuntan hacia una tendencia distinta al reportar más de 15 millones de indígenas. Tal vez la contradicción surge de los criterios de las diferentes fuentes para considerar como indígena a un determinado sector de la población.

Aun considerando que los datos del Conteo de Población 2005 puedan ser poco objetivos o bien que utilicen criterios distintos a los del Censo del año 2010, sus resultados hablan de diferencias en el dinamismo de la población indígena por entidad federativa, por ejemplo, mientras Oaxaca presentó una tasa negativa de crecimiento del -0.586 %, Chiapas, por el contrario, presentó un crecimiento del 3.079 % en el mismo periodo.

Los pueblos indígenas de Chiapas, tanto por la magnitud de su población y como su dinámica revisten también gran importancia. De acuerdo a los datos de INEGI, en el 2005 la población indígena en el estado alcanzaba la cifra de 1,330,981 individuos, lo que equivale al 13% de la población indígena a nivel nacional, ubicando a la entidad como la segunda en población indígena de México, sólo superada por Oaxaca. Sin embargo, de continuar el comportamiento diferenciado de la dinámica de la población indígena en ambas entidades, en unos años Chiapas podría llegar a ser la primera entidad en población indígena.

Lo anterior tiene dos derivaciones importantes, por un lado la dinámica de crecimiento de la población indígena en Chiapas parece indicar que en la entidad existen condiciones básicas para su reproducción social como sector de la población, lo cual es alentador; sin embargo, por otro lado se plantea un reto enorme por la presión sobre los recursos

naturales que ejerce una población en crecimiento, lo que hace indispensable buscar alternativas de políticas públicas para el desarrollo rural sustentable e instrumentos de estímulos que trasciendan las apuestas clientelares y asistenciales gubernamentales, desgraciadamente muy frecuentes.

Tierras y problemática agraria

De acuerdo al Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria del la Cámara de Diputados (CEDRSSA) los pueblos indígenas participan en 6,830 ejidos y comunidades del país, son dueños de 22 millones de hectáreas de propiedad ejidal y comunal y cinco millones de propiedad privada, lo que representa el 15.5 % de la superficie rústica del país.

Un análisis o estudio indispensable para la implementación de las políticas sobre desarrollo rural sustentable sería llevar a cabo un mapeo de las tierras en propiedad y posesión de los pueblos indígenas en Chiapas y la problemática por la que atraviesan en materia agraria. Un punto de partida para ello lo constituyen las fichas informativas que ha elaborado ya la CDI por cada uno de los pueblos indígenas de México. Por ejemplo, de acuerdo a la CDI (2005), en el caso de Chiapas el Pueblo Lacandón posee 662,000 hectáreas en dos regiones selváticas del municipio de Ocosingo; no obstante, no existe información disponible en las publicaciones de la dependencia respecto a las superficies que poseen otros pueblos en el estado, ni sobre los conflictos o la problemática agraria específica en dichas tierras.

Otro aspecto importante en el tema de tierras es que de existir en regiones indígenas problemas agrarios, el artículo 14 del Convenio 169 de la OIT señala que:

1. Deberá reconocerse a los pueblos interesados el derecho de propiedad y posesión de las tierras que tradicionalmente ocupan;
2. En los casos de pueblos nómadas o agricultores itinerantes se deberá salvaguardar el derecho a utilizar tierras que no estén exclusivamente ocupadas por ellos pero a las que tradicionalmente hayan tenido acceso;
3. Los gobiernos deberán tomar las medidas para determinar las tierras que los pueblos interesados ocupan tradicionalmente y garantizar la protección efectiva de propiedad y posesión;
4. Deberán instituirse procedimientos adecuados en el marco del sistema jurídico nacional para solucionar las reivindicaciones de tierras formuladas por los pueblos interesados.

Territorios, Bosques y Pueblos Indígenas

De acuerdo al CEDRSSA, una de las características sobresalientes de los 6,830 núcleos agrarios con población indígena en el país, es la disponibilidad de recursos naturales, ya

que 9 de cada 10 ejidos o comunidades disponen de algún recurso natural: bosques, selvas, pastos, piedra, grava, arena, recursos acuícolas o hídricos, etc.

El CEDRSSA afirma que, a nivel nacional, los pueblos indígenas son dueños del 28% de los bosques y del 50% de las selvas del país y que muchas de las regiones que habitan son consideradas captadoras de agua.

A nivel del Estado de Chiapas es fundamental realizar un cruce de información entre superficie en propiedad o posesión por parte de los pueblos indígenas, su problemática agraria y la existencia de recursos forestales. En este estudio es fundamental considerar que el Convenio 169 de la OIT señala en su artículo 13 que, en relación al tema de los recursos naturales, el término “tierras” debe incluir el concepto de territorios, lo que cubre la totalidad del hábitat de las regiones que los pueblos interesados ocupan o utilizan de una u otra manera.

Con este concepto de territorio, el artículo 15 de dicho convenio especifica que:

1. Los derechos de los pueblos interesados en los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente y que estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos.
2. También se señala que cuando el gobierno tenga derechos sobre los recursos existentes en las tierras, se deberán establecer procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras.

1.5.7. Coordinación Interinstitucional

La aplicación de políticas públicas contradictorias, así como aquellas en donde no se generan beneficios más allá de actitudes paternalistas, han sido por décadas estrategias de clientelismo político y una forma de mantener estancado el desarrollo local y de base, además de ser un factor que se ha relacionado con la deforestación (ver apartado 1.4.).

En la actualidad, algunos programas de gobierno (programa de pago por servicios ambientales, de desarrollo forestal comunitario- PROCYMAF-, entre los más reconocidos) tienen como objetivos fortalecer la conservación y el manejo de los recursos naturales, mientras que otros promueven las actividades agropecuarias (PROCAMPO, PROGAN). Si bien en los últimos años las instituciones implementadoras de éstos últimos han sido cuidadosas en sus estrategias, no dejan de tener impactos negativos en su aplicación, sobre todo porque muchas veces no cuentan con sistemas de monitoreo y verificación, por lo que no se puede asegurar su eficacia ni la manera en cómo se amortiguan los

impactos sobre el medio ambiente. En el Estado de Chiapas están activas estas dos vertientes de programas que apoyan de manera importante, por una parte, la conservación de los recursos naturales en el estado y, por otra, el desarrollo agropecuario de las zonas rurales, sin que en muchos casos exista una coordinación entre las actividades desarrolladas en una misma área.

Por el contrario, también se dan ejemplos de coordinación institucional dentro del estado. En el 2011 el Gobierno Federal seleccionó la zona de la Selva Lacandona para una de sus Acciones Temprana para REDD+. En este marco, la SAGARPA y la CONAFOR-SEMARNAT suscribieron un acuerdo de colaboración para coordinar y complementar territorialmente acciones de sustentabilidad en zonas agropecuarias. Además, el Gobierno Federal (SAGARPA – SEMARNAT –CONAFOR), en colaboración con el Gobierno Estatal, ha promovido programas instrumentados en conjunto con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad a través de la Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos (CCRB-CONABIO, antes Corredor Biológico Mesoamericano de México, CBMM) como agente técnico (CONAFOR, 2011). A su vez éste, a través de agencias locales, desarrolla e implementa a nivel de ejido una estrategia integral de desarrollo comunitario, en donde la producción agropecuaria, la conservación y las acciones de restauración están encaminadas a un mismo objetivo, pero implementadas desde los esquemas tradicionales de las dependencias de gobierno.

La aplicación de los programas se realiza a través de la ventanilla única por medio de la cual es posible la presentación de las acciones a desarrollar (existe una gama de acciones elegibles, de entre las cuales el productor puede escoger varias de acuerdo a sus objetivos y necesidades), además de lo sencillo que resulta este método para los ejidatarios, la ventanilla única es también una manera de evitar la duplicidad de los recursos (esta ventanilla se abre a través de una convocatoria especial).

Esta es sin duda una experiencia interesante, que valdría la pena analizar para conocer su desempeño (grado de impacto, funcionamiento, desarrollo técnico, local, manejo de los recursos, conservación, restauración, capacitación local, etc.), ya que este esquema tiene solamente tres años en funcionamiento y de ser exitoso podría ser un ejemplo de coordinación interinstitucional.

Finalmente, una herramienta que también podría favorecer la coordinación entre las instituciones en el momento de desarrollar sus programas en un determinado ejido o comunidad son los ordenamientos territoriales comunitarios, los cuales podrían ser la base para la toma de decisiones en cuanto a que programas contribuyen a los objetivos de uso del suelo y desarrollo de la comunidad y cuáles no. El problema es que estos ordenamientos, aunque en muchos casos existen, no son tomados en cuenta o fueron desarrollados con metodologías no apropiadas y actualmente no son de utilidad. Además todavía carecen de la base de legal para constituirse en herramientas válidas y reconocidas a nivel institucional.

1.5.8. Reconocimiento de las Salvaguardas por la Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático

Uno de los resultados más sobresalientes de la COP realizada en Cancún en el 2010, fue la presentación de las guías que enfatizan el rol de la conservación, manejo sustentable de los bosques y el incremento de los almacenes de carbono en los países en desarrollo. Estas guías recomiendan una serie de salvaguardas, resaltando la importancia y necesidad de que éstas sean abordadas y respetadas como parte de las actividades REDD+. A continuación se presentan las salvaguardas acordadas:

1. La complementariedad o compatibilidad de las medidas con los objetivos de los programas forestales nacionales y de las convenciones y los acuerdos internacionales sobre la materia.
2. La transparencia y eficacia de las estructuras de gobernanza forestal nacional, teniendo en cuenta la legislación y la soberanía nacionales.
3. El respeto de los conocimientos y los derechos de los pueblos indígenas y los miembros de las comunidades locales, tomando en consideración las obligaciones internacionales pertinentes y las circunstancias y la legislación nacionales y teniendo presente que la Asamblea General de las Naciones Unidas ha aprobado la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.
4. La participación plena y efectiva de los interesados, en particular los pueblos indígenas y las comunidades locales.
5. La compatibilidad de las medidas con la conservación de los bosques naturales y la diversidad biológica, velando por que las actividades REDD+ no se utilicen para la conversión de bosques naturales, sino que sirvan, en cambio, para incentivar la protección y la conservación de esos bosques y los servicios derivados de sus ecosistemas y para potenciar otros beneficios sociales y ambientales.
6. La adopción de medidas para hacer frente a los riesgos de reversión.
7. La adopción de medidas para reducir el desplazamiento de las emisiones.

De acuerdo al borrador de la Estrategia Nacional REDD (ENAREDD, 2011), además de las salvaguardas identificadas a nivel internacional, también se dará atención a las siguientes:

- Inclusión y equidad (territorial, cultural, social y de género)
- Respeto a las formas de organización y gobernanza local
- Transparencia y legalidad
- Transversalidad: integralidad, coordinación y complementariedad sectorial y entre ordenes de gobierno
- Distribución equitativa de beneficios para los propietarios de los terrenos forestales
- Certidumbre y respeto a los derechos de propiedad de los habitantes y dueños de la tierra y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

- Cumplimiento al consentimiento libre, previo e informado de las comunidades rurales e indígenas en todos aquellos aspectos de la ENAREDD que incidan o puedan afectar sus territorios, bienes, derechos individuales o colectivos
- Competitividad de las economías rurales asociadas al bosque, incluyendo a empresas forestales comunitarias.

En la reciente Conferencia de las Partes (COP17), realizada en Durban, las salvaguardas reconocidas en Cancún se vieron fortalecidas, ya que se reconoció su importancia en la aplicación, monitoreo y verificación en campo a través del establecimiento de escenarios de referencia. En Durban se ratificó la necesidad de que las salvaguardas sean abordadas y respetadas en las estrategias nacionales siendo incluidas en todas las fases (preparación, desarrollo, implementación) y considerada la forma en que estas serán planteadas, reportadas y comunicadas. Para la COP18, se prevé la necesidad de que el grupo de asesores científico y tecnológico precise las garantías de transparencia, coherencia, amplitud y eficacia para el informe de estas garantías y, en su caso, analizar nuevas formas de abordarlas.

Tanto en la estrategia nacional de REDD+ como en la estatal, es necesario considerar la manera en cómo se le dará cumplimiento a estas salvaguardas, así como el desarrollo de los indicadores para el monitoreo de estas.

Específicamente, a nivel estatal es urgente definir si las salvaguardas identificadas en Cancún son suficientes o si es necesario desarrollar otras de modo que los principios, derechos y valores de las comunidades indígenas y no indígenas poseedoras de los recursos forestales no vean violentados.

En el caso de su aplicación y monitoreo, es necesario tomar en cuenta las limitantes identificadas en este informe, así como el desarrollo de los indicadores a través de los cuales se atenderán.

1.5.9. Comentarios generales.

El desarrollo e implementación de una estrategia REDD+, requiere la consideración de elementos técnicos y sociales. En este apartado se han descrito algunos aspectos que se considera pueden convertirse en limitantes o barreras para la implementación estatal de REDD+. Algunas de estas consideraciones son complejas, por lo que es necesario identificar las posibles estrategias a través de las cuales se podrían superar. También es importante señalar que estas tendrán un comportamiento e impacto distinto en cada una de las regiones de Chiapas.

En esta primera Fase A del estudio se han identificado y descrito las principales limitantes para el desarrollo de una estrategia REDD+, así como las salvaguardas que la CMNUCC ha identificado como primordiales a considerar en el diseño e implementación de las estrategias REDD+ en todos los países interesados. En la Fase B se estructurará una matriz

de estas limitantes con las salvaguardas, así como una serie de propuestas para mitigar el impacto y un mapa con los obstáculos identificados, distribuidos por zonas.

1.6. Descripción de las actividades tipo REDD+ actualmente en implementación en el Estado de Chiapas (políticas, programas y proyectos).

1.6.1. Políticas

De la legislación vigente para el estado y de acuerdo con la **Constitución Política del Estado de Chiapas** (Congreso del Estado de Chiapas, 2012), se menciona en el artículo 44, fracción XXX, que son facultades y obligaciones del Gobernador, atender el fenómeno global del cambio climático, a través de acciones que permitan evitar la emisión de gases de efecto invernadero; tales como los procesos de reconversión productiva; producción de biodiesel y programas que tengan como objeto evitar la degradación y deforestación de las áreas forestales; así como para coadyuvar al desarrollo sustentable, formulando e instrumentando las políticas públicas para la adaptación al cambio climático y reducción de sus efectos adversos⁹.

Por su parte, la Ley de Planeación para el Estado de Chiapas, menciona en su artículo 15 que el plan estatal **“Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012”** (Gobierno de Chiapas, 2012b) es el documento rector del sistema, cuya función es diagnosticar la situación socioeconómica estatal, precisando las políticas públicas, prioridades de atención, misión, visión, los objetivos y las estrategias; además de indicar los programas que deban elaborarse para atender la problemática estatal.

Como lo menciona el artículo 16 de la ley de planeación, el plan de desarrollo puede ser actualizado conforme lo demande el entorno político, social y económico del estado, y los resultados alcanzados durante su ejecución. Derivado de esto, el plan de desarrollo fue actualizado en 2010 para alinearlos a los objetivos del milenio.

Con fundamento en lo anterior, se presenta en el Cuadro 11 un análisis de los objetivos del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012, con el mecanismo REDD+.

⁹ Reforma publicada en el periódico oficial del estado número 316 del 25 de julio de 2011.

Cuadro 11. Objetivos del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012 apegados a REDD+

Objetivo o eje	Sección	Objetivo apegado	
1. Gobierno de unidad y promotor de la democracia participativa	1.1.1 Unidad y Participación ciudadana	2,3,4,5	
2. Desarrollo social y combate a la desigualdad	2.1.5 Desarrollo Regional y Comunitario	6	
3. Chiapas competitivo y generador de oportunidades	3.4.4 Diversificación productiva	2	
	3.4.7 Sustentabilidad	1,3,4	
	3.4.10 Cultivos extensivos	1,3,4	
	3.4.13 Reforestación Sustentable	1,3,4,5,6	
	3.4.15 Bioenergéticas y Energía alternativa	2	
4. Gestión ambiental y desarrollo sustentable	4.1.2 Restauración y conservación forestal	1,2,3,4	
	4.1.4 Sistema Estatal de información Ambiental	1,2,3	
	4.1.5 Conservación de la biodiversidad	1,2	
	4.2.1 Sustentabilidad y desarrollo	1,3,5	
	4.2.3 Ordenamiento ecológico territorial	1,2,3,4	
	4.2.4 Desarrollo urbano y ordenamiento del territorio	1,13	
	5. Estado de derecho, seguridad y cultura de paz	5.2.4 Frontera Sur	1

Con respecto a las leyes vigentes aprobadas por el Congreso del Estado (Congreso del Estado de Chiapas, 2012), se encontró la siguiente relación de leyes con actividades tipo REDD+.

1. Ley ambiental para el estado de Chiapas;
2. Ley de desarrollo forestal sustentable para el estado de Chiapas;
3. Ley para la adaptación y mitigación ante el cambio climático en el estado de Chiapas;

A continuación se presenta el Cuadro 12 con las leyes vigentes relacionadas con el mecanismo REDD+, presentando una síntesis y su correspondencia con el mecanismo REDD+.

Cuadro 12. Leyes vigentes relacionadas con el mecanismo REDD+

	Objetivo	Reducción de emisiones por deforestación	Reducción de emisiones por degradación	Aumento de almacenes de carbono	Manejo forestal sustentable	Conservación
Ley Ambiental para el estado de Chiapas	Conservación de la biodiversidad, restauración del equilibrio ecológico, la protección del medio ambiente y el aprovechamiento racional de sus recursos para propiciar el desarrollo sustentable del Estado		Protección ambiental: art. 169 - V	ANPs estatales: art. 103 - V, 115		Objetivos: art. 1 - VIII, Art. 2 - II, Autoridades: art. 7 - VII y XXIX, Art. 8 - III, IV, VIII, XVIII, Art. 10, 13, 14, Política ambiental: art. 20, 25, 28, 42, 43, 55, 57, 60 - XIII y XV Biodiversidad y aprovechamiento sustentable: art. 97, 98 - I y VII ANPs estatales: art. 103 - I y V, 105, 106, 108 Protección ambiental: art.
Ley de desarrollo forestal sustentable para el estado de Chiapas.	Regular y fomentar la protección, conservación, restauración, desarrollo, fomento, manejo, aprovechamiento, diversificación productiva, transformación, industrialización y comercialización de los recursos forestales, así como de los servicios ecosistémicos que estos generen en la entidad.	Disposiciones generales: art. 4 - III, 5 - IV Restauración y manejo de cuencas: art. 116 – IV		Disposiciones generales: art. 4 - III Servicios ecosistémicos: art. 79 – I	Disposiciones generales: art. 3 - IV y 4 - I, II, XIII, 5 - IV, V Autoridades: art. 9 - I, 11 y 14 Política en materia forestal: art. 18, 19 - I, II, 21 Manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales: art.74	Disposiciones generales: art. 3 - III, IV, 4 - II, IV, V, 5 - II, V y VIII Autoridades: art. 9- XII, 11, 12 - IV, 14, 15 - IV Política en materia forestal: art. 19 - IV Conservación y protección forestal: art. 84, 87, 101 Restauración y manejo de cuencas: art. 116
Ley para la adaptación y mitigación ante el cambio climático en el estado de Chiapas	Establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable.	Criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación: art. 9 - 1 inciso a, e De la mitigación: art.35 - V	Criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación: art. 9 - 1 inciso b De la mitigación: art.35 - V	Criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación: art. 9 - I inciso g	Disposiciones generales: art. 2 - IV, 3 - V, VI Criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación: art. 8 - III, 9 - I inciso i	Disposiciones generales: art. 2 - IV, 3 - V, VI Criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación: art. 8 - III, 9 - I inciso h y f

Las leyes mencionadas anteriormente, consideran el Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012, como el marco rector de los programas y las acciones del Gobierno para el desarrollo socioeconómico y la conservación del patrimonio natural.

La **Ley Ambiental para el Estado de Chiapas** por su parte, se estructura alrededor de conceptos básicos como biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, áreas naturales protegidas estatales y política ambiental. Varios de estos conceptos están relacionados con el mecanismo REDD+. Como ejemplo, se menciona El Consejo Consultivo Ambiental Estatal (Art. 42), que es un mecanismo de política ambiental, creado para asesorar y hacer recomendaciones a la Secretaría de Medio Ambiente del Estado.

Se hace referencia a instrumentos de política ambiental (art. 20), como son; ordenamiento ecológico del territorio, participación social, sistema estatal de Información ambiental, fondo estatal ambiental o instrumentos económicos para la promoción del desarrollo sustentable y la protección ambiental.

Instrumentos como el Sistema Estatal de Información Ambiental o el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Chiapas (art. 134), pueden ser de utilidad para el marco inicial del MRV para el estado de Chiapas. El Fondo estatal ambiental (art. 55), también puede ser de interés para el mecanismo REDD+.

El título tercero sobre biodiversidad y aprovechamiento sustentable, menciona que la autoridad debe intervenir en el aprovechamiento del suelo, agua y los demás recursos relacionados con el sector ASOUS (art.97).

Con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales, la ley menciona que los propietarios con recursos naturales en protección, pueden gestionar con las autoridades estímulos fiscales y retribución económica cuando realicen acciones dirigidas a la conservación, restauración y manejo sustentable (art. 106).

El título quinto de protección al ambiente solo habla de fuentes fijas y móviles relacionadas con la industria o vehículos automotores. No hay mención de GEI o reducción de emisiones por degradación o deforestación.

En general esta ley tiene atribuciones que podrían potenciar el mecanismo REDD+, en el componente de conservación, instrumentos de política ambiental o participación social. Con respecto a la reducción de emisiones por deforestación y degradación, como el aumento de almacenes de carbono o el manejo forestal sustentable, existen pocas atribuciones como se puede observar en el Cuadro 1.

La **Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Chiapas**, tiene como objetivo regular y fomentar la protección, conservación, restauración, desarrollo, fomento, manejo,

aprovechamiento, diversificación productiva, transformación, industrialización y comercialización de los recursos forestales, así como de los servicios ecosistémicos que estos generen en la entidad.

Esta ley en sus objetivos tanto generales como específicos (artículo 3 y 4), hace referencia a que propiciara el desarrollo forestal sustentable e impulsará el manejo silvícola sustentable respectivamente. Ninguno de estos conceptos está definido en la ley. También el manejo integrado del fuego (artículo 4) es un concepto de la ley sin mencionar su definición.

Con respecto a las autoridades en materia forestal (art. 11), se menciona que la Secretaría del Campo a través de la Comisión Forestal es la dependencia responsable del sector forestal. Sin embargo, el 31 de diciembre de 2010 mediante decreto No. 015 publicado en el periódico oficial No. 275 2ª. Sección, se menciona que se fusiona la Comisión Forestal del Estado de Chiapas (COFOSECH) al Instituto de Reversión Productiva y Bioenergéticas (IRBIO). Actualmente el área forestal que operaba en el IRBIO, regresa a formar parte de la Secretaría del Campo. En la actualidad no existe una Comisión Forestal, como lo marca la ley y por lo tanto, no hay instancia ejecutora que aplique la ley de desarrollo forestal sustentable en el Estado.

El capítulo tercero, de las políticas gubernamentales en materia forestal, en su artículo 19, hace mención que esta deberá orientarse al desarrollo forestal sustentable, así como a desarrollar y fomentar el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

El artículo 21 menciona los instrumentos de la política forestal en el Estado, entre los que se encuentra: la regionalización y planeación del desarrollo forestal, sistema estatal de información forestal, fideicomiso forestal, inventario forestal estatal, programa estatal para el manejo integral del fuego y programa estatal de desarrollo forestal sustentable, entre otros.

En el título cuatro, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, no se identifican actividades de manejo y aprovechamiento *sustentable*, como tampoco existe una definición de estos términos en la ley.

El título quinto, de los servicios ecosistémicos, señala que la Secretaría del Campo a través de la Comisión Forestal, promoverá el desarrollo de servicios ecosistémicos, priorizando la captación de carbono, como aporte para la mitigación del efecto por el cambio climático.

En general esta ley se enfoca a la conservación y el desarrollo económico forestal. Tiene pocas atribuciones en reducción de emisiones por deforestación y degradación, así como en aumento de almacenes de carbono.

La **Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas** fue publicada en el periódico oficial del estado con núm. 270, de fecha 07 de diciembre de 2010.

Esta ley tiene por objeto establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable.

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos en esta Ley, el Plan Estatal de Desarrollo, los Programas Sectoriales y la Estrategia Estatal, se deberán fijar metas y objetivos específicos de mitigación y adaptación, e indicadores de sustentabilidad de las acciones.

El artículo 8 en su inciso tres, menciona la importancia de implementar un Plan estatal de ordenamiento ecológico territorial, que representa uno de los retos fundamentales en materia de desarrollo sustentable, ya que promueve la maximización del consenso social y la minimización de los conflictos ambientales, como lo señala el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. No se menciona la definición del concepto en la ley.

El artículo 9 sobre criterios generales para la definición de políticas de mitigación y adaptación presenta varios incisos en materia de mitigación de GEI vinculados con el PACCCH y el mecanismo REDD+.

- **Aumento en los almacenes de carbono:** generar programas que tengan como objeto evitar la degradación y deforestación de las áreas forestales, fomentando su conservación y recuperación para con ello aumentar la captura de emisiones de gas de efecto invernadero.
- **Reducción de emisiones por deforestación:** alcanzar una tasa neta de deforestación cero a través de procesos de reconversión productiva, reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a sistemas agroforestales de manejo sustentable de conservación, mejorar la cobertura vegetal en todos los terrenos ganaderos
- **Reducción de emisiones por degradación:** a través de procesos de reconversión productiva, reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a sistemas agroforestales de manejo sustentable de reconversión para la producción de bioenergéticas diversos del maíz y la caña de azúcar.
- **Conservación de ecosistemas forestales:** fortalecer la infraestructura para el combate de incendios forestales.
- **Manejo forestal sustentable:** Incorporar los ecosistemas forestales a esquemas de pago de servicios ambientales, áreas naturales protegidas, unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre o de manejo forestal, impulsar la certificación de los aprovechamientos forestales.

Con respecto a las autoridades en materia de cambio climático (art. 13), se menciona la creación de la Comisión de Coordinación Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Chiapas (CCICCCCH), con carácter permanente y con las facultades necesarias para desarrollar la política de Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en Chiapas. El 18 de noviembre de 2011 se instala el CCICCCCH como órgano colegiado responsable de la coordinación gubernamental en materia de cambio climático. La Comisión está presidida por el Titular del Ejecutivo y las dependencias de la administración pública estatal. No se menciona la participación de las instituciones académicas y sociedad civil, además de la sociedad en general en la Comisión.

En el artículo 17, se menciona que la CCICCCCH tiene como una de sus atribuciones, formular y aprobar las políticas integrales y metas de cambio climático para el Estado de Chiapas y su incorporación en los programas, estrategias y acciones sectoriales correspondientes.

El capítulo VI sobre instrumentos, hace mención de la Estrategia Estatal y el Fondo Estatal Ambiental. En el artículo 27 menciona que la estrategia será elaborada por la Secretaria del Medio Ambiente con la participación de la Comisión y la consulta a la sociedad Chiapaneca en general. Constituye el instrumento rector, que precisará las posibilidades e intervalos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, los estudios necesarios para definir metas de mitigación y las necesidades del Estado para construir capacidades de adaptación

Con respecto al Fondo Estatal Ambiental se menciona en el artículo 29, que se constituirá un fondo como un instrumento financiero que será administrado por la Secretaria del Medio Ambiente. El objeto del fondo es captar y canalizar recursos económicos públicos, privados, nacionales e internacionales para lograr los objetivos de la política de acción climática en el Estado.

El capítulo IX, en el artículo 35, menciona que para mitigar la contaminación de la atmosfera por GEI se observaran los siguientes lineamientos:

- I. En todos los asentamientos humanos, la calidad del aire será de acuerdo a las normas oficiales.
- II. Se promoverán patrones de producción y consumo que disminuyan las emisiones.
- III. Se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado para que reduzcan sus emisiones.
- IV. Se promoverán prácticas de eficiencia energética, la sustitución del uso de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía y la transferencia e innovación de tecnologías limpias.
- V. Se reforzarán los programas para evitar la deforestación y degradación de los ecosistemas naturales
- VI. Se monitoreará, verificará e informará de las acciones de mitigación emprendidas.

1.6.2. Programas y proyectos

De acuerdo a la Ley de Planeación para el Estado de Chiapas, se contemplan programas sectoriales (art. 19), especiales (art. 21) regionales (art. 22) y programas institucionales (art. 20), que retoman las prioridades establecidas en el Plan de Desarrollo.

Al igual que el Plan de Desarrollo, los programas sectoriales y especiales fueron actualizados en 2010 y alineados con los objetivos de desarrollo del milenio.

Los programas relacionados con el mecanismo REDD+ son los siguientes:

- Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable 2007-2012;
- Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico 2007-2012;
- Programa Institucional de la Secretaría del Campo;
- Programa Institucional del Instituto de Energías Alternativas, Renovables y Biocombustibles del Estado de Chiapas;
- Programa Institucional de la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural;
- Programa Institucional de la Comisión Forestal Sustentable del Estado de Chiapas;
- Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, (PACCCH).

De estos programas, los programas sectoriales, especiales y el PACCCH, son programas que actualmente están en implementación. Los programas institucionales (Secretaría de Hacienda del Estado de Chiapas, 2012) no se encontraron actualizados y tampoco se encontró una armonización con los demás programas.

Para revisar los programas y proyectos con actividades tipo REDD+, se compararon las metas de los programas sectoriales y especiales con las metas tipo REDD+, establecidas para el Programa Especial de Cambio Climático de México (PECC), que fue elaborado para el periodo 2008-2012 (SEMARNAT, 2012). Esta armonización permitirá alinear las metas nacionales con las estatales, además de que permitirá integrar los programas federales que operan en el estado con los programas y proyectos estatales. Esta alineación permite analizar el alineamiento de los programas y proyectos con mayor potencial para generar las mayores reducciones de emisiones y captura de carbono.

Para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD), el Gobierno Federal propone alcanzar una meta de alrededor de 43.12 MtCO₂e para el 2012, según el PECC, el cual cuenta con 14 metas para reducir emisiones del tipo REDD (Cuadro 13).

Cuadro 13. Metas tipo REDD+ del PECC 2008-2012 (se resaltan en negrita las metas principales)

Meta	Concepto	Dependencia Responsable	Mitigación MtCO ₂ e	
			2008-2012	2012
M64	Incorporar 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	Semarnat	11.88	4.37
M66	Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	Semarnat	6.27	1.43
M65	Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	Semarnat	4.19	1.39
M67	Incorporación de 750 mil hectáreas de ecosistema forestales a Áreas Naturales Protegidas	Semarnat	3.36	1.12
M78	Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	Semarnat	8.97	2.99
M63	Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	Sagarpa	2.05	0.84
M73	170 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	Semarnat	1.48	0.61
M55	Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal en coordinación con el prograr ProÁrbol	Semarnat- Conafor, Sagarpa	0.23	0.11
M56	Incorporar al manejo sustentable 125,000 ha de tierras en zonas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano	Semarnat- Conafor, Sagarpa	0.23	0.11
M57	Implementar proyectos ecológicos sobre 61,995 ha de predios registrados en el padrón de Procampo	Sagarpa	0.09	0.02
M58	Cosechar en verde 188,000 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, durante el peric	Sagarpa	0.43	0.14
M61	Introducir prácticas de labranza de conservación suelos en 250,000 ha de tierras agrícolas, mediante apoyo para la adquisición de maquinaria p labranza de conservación (5,000 máquinas en periodo, considerando una superficie de ha/máquina) y prácticas sustentables en ot 199,012 ha	Sagarpa	0.6	0.19
M69	Realizar tratamiento fitosanitario en 200,000 ha zonas forestales.	Semarnat- Conafor	0.71	0.18
M76	Restaurar 170,000 ha de ecosistemas foresta mediante el Programa de Compensación Ambienta	Semarnat- Conafor		
M79	Reducir la superficie promedio afectada por incen forestal para lograr que no rebase 30 ha por event	Semarnat- Conafor	2.63	0.49

Nota. Es importante resaltar que el PECC toma en cuenta REDD, sin mencionar REDD+.

A continuación se presentan los análisis, donde se identifican los programas y proyectos tipo REDD+, que están operando actualmente en el Estado de Chiapas, tanto a nivel nacional, estatal y de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC).

Con el ejercicio de identificación de los programas y proyectos realizados a nivel nacional (Cuadro 14), se deja ver, que no existe relación entre los programas sectoriales y especiales, las metas de reducción de emisiones del PECC y los programas y proyectos ejecutados a nivel federal.

Con respecto a las reducciones se ha identificado, por ejemplo, que a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012, los programas sectoriales como el Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable de la SAGARPA y el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales de SEMARNAT, si presentan los mismos indicadores y metas expresados en el PECC, sin embargo, no se mencionan las estimaciones de reducción de emisiones que deberían aportar, como tampoco lo hacen los programas y proyectos que operan actualmente.

Por otro lado es importante resaltar, que en la revisión del cumplimiento de las metas del PECC en 2011, se constató que las metas serán difícilmente alcanzadas y, por lo tanto, es necesario su replanteamiento. Una fuerte limitante del PECC es que las metas fueron restringidas sólo al sector gubernamental (no desarrolladas para mercados del carbono o esquemas MDL), planteadas sin metodologías armonizadas a buenas prácticas internacionales (e.g. IPCC) y con poca o nula información en relación a las emisiones y capturas de GEI de sus líneas base. Las metas del PECC fueron, en la mayoría de los casos, una simple estimación de reducciones de GEI de los programas de gobierno (inerciales) en marcha. En especial, la falta de sistemas MRV (medición/monitoreo, reporte y verificación) en el PECC hace cuestionable este tipo de esfuerzos.

Otro resultado del análisis de la revisión de los programas y proyectos a nivel federal, es que las actividades tipo REDD+, no son suficientes para reducir las emisiones de GEI hasta un 30% para el 2020. Las reducciones de emisiones están concentradas en siete actividades principales que en su conjunto suman más del 80% de las reducciones, de las cuales, solo una de ellas está enfocada a procesos agropecuarios (meta M.63), dejando de lado la visión de reducir emisiones al hacer eficientes procesos productivos agropecuarios y liberando la presión para la conversión de terrenos forestales a otros usos del suelo.

Programas y proyectos nacionales

Cuadro 14. Relación de metas tipo REDD+ del PECC 2008-2012 con programas y proyectos federales (se resaltan en negrita las metas principales)

Actividades tipo REDD+	Subsector	Metas PECC	Monto a reducir 2008-2012 (Mt CO ₂ e)	Monto a reducir 2012 (Mt CO ₂ e)	Programas y proyectos federales
Reducción de emisiones	Ganadería	M63. Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	2.05	0.84	Programa Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria (reconversión productiva), PROGAN, PROCAMPO, Proyecto Transversal para la Atención a las Ramas Productivas en las Actividades Agrícolas, Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas.
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M64. Incorporar 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	11.88	4.37	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes, PROFOS, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona. CONANP. Programa de Adaptación al Cambio Climático en Regiones Prioritarias de los estados Chiapas y Tabasco,
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M65. Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	4.19	1.39	SEMARNAT. Programa Fomento de UMAS, CONAFOR. ProÁrbol
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M66. Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	6.27	1.43	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona, Fondo Patrimonial de Biodiversidad CONANP. Programa de pago de servicios ambientales en áreas naturales protegidas

Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M67. Incorporación de 750 mil hectáreas de ecosistemas forestales a Áreas Naturales Protegidas	3.36	1.12	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M73. Establecer 170 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	1.48	0.61	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Apoyos adicionales para fomentar el Financiamiento de Plantaciones Forestales Comerciales, PROFOS, Plantaciones Forestales Comerciales, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona
Deforestación y degradación forestal evitada	Frontera Forestal – Agropecuaria	M78. Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	8.97	2.99	CONAFOR. Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona, Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes, Fondo Patrimonial de Biodiversidad CONANP. Programa de pago de servicios ambientales en áreas naturales protegidas
Reducción de emisiones/captura de carbono	Agricultura	M.54 Reconvertir 298,200 ha de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente, a cultivos perennes y diversificados	0.65	0.26	SAGARPA. PROGAN, CONAFOR. Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas, Programa Especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la Selva Lacandona
Reducción de emisiones	Agricultura	M.59 Desarrollar y publicar un Manual de Buenas Prácticas para el Uso de Fertilizantes, durante el periodo 2008-2012.			NA
Reducción de emisiones	Agricultura	M.60 Producir bio-fertilizantes para su aplicación en un área de 2 millones de hectáreas en 2012, con un ahorro de 15% de fertilizantes	0.29	0.12	
Reducción de emisiones/captura de carbono	Ganadería	M.62 Sembrar en tierras de pastoreo 30 plantas (árboles de sombra, suculentas, arbustos, herbáceas, etc.) por Unidad Animal con apoyo del Progan (aproximadamente 353 millones de plantas)	0.09	0.07	SAGARPA. PROGAN

Captura de carbono	Bosques	M.68 Realizar obras de conservación y restauración de suelos forestales en 200,000 ha.	1.07	0.36	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona
Degradación forestal evitada	Bosques	M.70 Realizar diagnóstico fitosanitario en 3 millones de hectáreas de zonas forestales, durante el periodo 2008-2012.			NA
Degradación forestal evitada	Bosques	M.71 Elaborar y publicar la Estrategia Nacional para la Atención Fitosanitaria Forestal, durante el periodo 2008-2012.			NA
	Bosques	M.72 Formular e implementar 8 programas estatales de lucha contra la desertificación y la sequía, durante el periodo 2008-2012.			NA
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.74 Realizar la reforestación simple de una superficie de 1.117 millones de hectáreas.	1.01	0.41	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.75 Realizar una reforestación con restauración de suelos de una superficie de 418,130 ha.	0.23	0.09	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.76 Restaurar 170,000 ha de ecosistemas forestales mediante el Programa de Compensación Ambiental			CONAFOR. Compensación Ambiental
	Bosques	M.77 Colocar en mercados internacionales de carbono al menos 0.50 MtCO ₂ e provenientes del sector forestal, durante el periodo 2008-2012.			
Forestación, reforestación y revegetación	Agricultura	M55. Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal en coordinación con el programa ProÁrbol	0.23	0.11	CONAFOR. ProÁrbol, Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria y el gobierno de Chiapas
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Agricultura	M56. Incorporar al manejo sustentable 125,000 ha de tierras en zonas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano	0.23	0.11	CONABIO. Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas

Reducción de emisiones/ captura de carbono	Agricultura	M57. Implementar proyectos ecológicos sobre 61,995 ha de predios registrados en el padrón de Procampo	0.09	0.02	SAGARPA. PROCAMPO
Reducción de emisiones	Agricultura	M58. Cosechar en verde 188,000 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, durante el periodo	0.43	0.14	SAGARPA. Adquisición de Activos Productivos (Alianza para el Campo)
Reducción de emisiones/ captura de carbono	Agricultura	M61. Introducir prácticas de labranza de conservación de suelos en 250,000 ha de tierras agrícolas, mediante el apoyo para la adquisición de maquinaria para labranza de conservación (5,000 máquinas en el periodo, considerando una superficie de 50 ha/máquina) y prácticas sustentables en otras 199,012 ha	0.6	0.19	SAGARPA. PROCAMPO, Adquisición de Activos Productivos (Alianza para el Campo), Programa de Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Primaria, Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura, Proyecto Transversal para la Atención a las Ramas Productivas en las Actividades Agrícolas, Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, MasAgro
Degradación forestal evitada	Bosques	M69. Realizar tratamiento fitosanitario en 200,000 has de zonas forestales.	0.71	0.18	CONAFOR. Compensación Ambiental, Apoyos adicionales para fomentar el Financiamiento de Plantaciones Forestales Comerciales
Deforestación evitada	Frontera Forestal – Agropecuaria	M79. Reducir la superficie promedio afectada por incendio forestal para lograr que no rebase 30 has. por evento	2.63	0.49	CONAFOR. Compensación Ambiental

NA= No Aplica

Programas y proyectos estatales

Prosiguiendo con la descripción de las actividades tipo REDD+, se presentan a continuación los programas y proyectos que están operando a nivel estatal (Cuadro 15).

Los programas y proyectos sectoriales y especiales son la fuente de información disponible para comparar las actividades tipo REDD+ con el PECC, debido a que los programas institucionales no están actualizados. En general falta que los programas y proyectos sean alineados con actividades, metas y reducciones de CO₂e.

En los programas y proyectos estatales, no se identificaron las estimaciones de reducciones de emisiones de CO₂e por actividad, como se presenta en el PECC. Esta carencia de información no permite comparar las reducciones del PECC del tipo REDD+ con las actividades realizadas a nivel estatal. Esta falta de información afecta en el cumplimiento de las metas a nivel estatal y de país ante los compromisos internacionales.

Para resolver lo anterior, se presenta en el Cuadro 15, una comparación de las metas del PECC al 2012 (tanto en actividades como en reducción de emisiones), con las metas de las actividades estatales de programas y proyectos al mismo año, permitiendo así, alinear conceptos que luego puedan ser expresados más adelante en reducciones de CO₂e para el nivel estatal.

Para calcular las reducciones de CO₂e se puede utilizar el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (IEGEI) y otros estudios científicos que aporten información sobre factores de emisión y cambios en los almacenes de carbono para diferentes prácticas de manejo. Con esto, se podrán conocer las reducciones de CO₂e de las actividades a nivel estatal y desagregarlas de las reducciones de nivel nacional.

El **Programa Sectorial del Desarrollo Rural Sustentable** (Gobierno de Chiapas, 2012b), entre sus metas sexenales, propone fortalecer el fideicomiso Fondo para el Desarrollo Forestal Sustentable, incorporar hectáreas para el pago por servicios ambientales, incrementar el manejo forestal sustentable, plantaciones forestales y comerciales; y producción de plantas forestales entre otras metas para potenciar

Este programa también presenta apartados como sustentabilidad, plantaciones agroforestales (cacao, palma de aceite y hule), cultivos extensivos, café y horticultura para incorporar el sector ASOUS.

Otras de las metas a lograr para el 2012 en el programa, es consolidar la organización de productores a través de la integración de los sistemas producto o crear 30 polos de desarrollo en el ámbito estatal con acciones de reconversión productiva y fomentar la implementación de sistemas silvopastoriles en el sector pecuario.

Con respecto al programa **Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico** (Gobierno de Chiapas, 2012b), este atiende la restauración y conservación forestal, incluyendo incendios, aumento de la cobertura forestal, disminución de la tasa de deforestación, incremento de la superficie de bosques y selvas; y conservación de la biodiversidad entre otros.

El **PACCCH** (Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, 2012) es un instrumento que articula las políticas públicas en torno al cambio climático, además de proporcionar transversalidad con respecto a la mitigación y la adaptación al cambio climático en el Estado. En torno al PACCCH se han realizado actividades como:

- La Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas;
- La Comisión para la Coordinación Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Chiapas;
- La creación del Departamento de Cambio Climático y Energía de la SEMAHN;
- La vinculación entre el gobierno, la sociedad civil y la academia;
- La formación de capacidades institucionales, académicas y de la sociedad civil, mediante el desarrollo de ocho talleres de capacitación, dos foros estatales, una presentación de avances y nueve talleres de consulta pública;
- El primer Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (IEGEI), con base en las directrices del Instituto Nacional de Ecología (INE) y del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) que analizó los sectores: Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, Agricultura, Energía, Procesos Industriales y Desechos;
- El análisis de la Deforestación y la Degradación Forestal histórica, actual y futura de Chiapas; y
- Los escenarios climáticos de temperatura, precipitación, ondas de calor y sequías históricos, presentes y futuros del estado.

También se ha identificado una cooperación de trabajo entre el gobierno de Chiapas y la CONAFOR para contribuir en diferentes metas como la M55 del PECC. “Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal”. Otras de las actividades tipo REDD+ realizadas en el Estado de Chiapas son las llevadas a cabo desde el Programa Especial para la Conservación, Restauración y Aprovechamiento Sustentable de la Selva Lacandona o el Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas. Otros programas y proyectos que operan a nivel estatal relacionados con las metas PECC, son, el Programa para la adquisición de activos productivos que opera la Secretaría del Campo o el Proyecto de reforestación con la Comisión Federal de Electricidad de la SEMAHN o el del IRBIO con la meta 76 del PECC.

La SEMAHN está llevando a cabo acciones relacionadas con REDD+ y la meta M78, del PECC, por medio del proyecto “Pacto por el Respeto y Conservación de la Madre Tierra, Selva Lacandona”.

Cuadro 15. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos estatales (se resaltan en negrita las metas principales)

Actividades tipo REDD+	Subsector	Metas PECC	Monto a reducir 2008-2012 (Mt CO ₂ e)	Monto a reducir 2012 (Mt CO ₂ e)	Programas y proyectos estatal	Metas de programas y proyectos estatales 2012
Reducción de emisiones	Ganadería	M63. Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	2.05	0.84	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Impulsar la producción de especies forrajeras mejoradas para alimentación animal, con el establecimiento y/o rehabilitación de 5,000 hectáreas de praderas con pastos mejorados
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M64. Incorporar 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	11.88	4.37	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Incrementar de 93 mil a 140 mil has la superficie actual bajo manejo forestal sustentable Incrementar 60 mil ha. al manejo forestal no maderable Incorporar 120 mil hectáreas al manejo agroforestal y forestal no maderable
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M65. Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	4.19	1.39	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Fortalecer la operación y acciones de capacitación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en el Estado
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M66. Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	6.27	1.43	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Incorporar 150 mil hectáreas al pago por servicios ambientales
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M67. Incorporación de 750 mil hectáreas de ecosistemas forestales a Áreas Naturales Protegidas	3.36	1.12	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Incrementar las superficie de áreas naturales protegidas decretadas en 1,561,126.43 ha

Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M73. Establecer 170 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	1.48	0.61	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	Incrementar de 3,468 hectáreas actuales a 12 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales
Deforestación y degradación forestal evitada	Frontera Forestal - Agropecuaria	M78. Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	8.97	2.99	SEMAHN. Pacto por el Respeto y Conservación de la Madre Tierra, Selva Lacandona	
Reducción de emisiones	Agricultura	M.54 Reconvertir 298,200 ha de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente, a cultivos perennes y diversificados	0.65	0.26	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	Establecer 10,000 hectáreas de plantaciones frutales y diversos cultivos en el estado
Reducción de emisiones	Agricultura	M.59 Desarrollar y publicar un Manual de Buenas Prácticas para el Uso de Fertilizantes, durante el periodo 2008-2012.			NA	
Reducción de emisiones	Agricultura	M.60 Producir bio-fertilizantes para su aplicación en un área de 2 millones de hectáreas en 2012, con un ahorro de 15% de fertilizantes	0.29	0.12		
Reducción de emisiones/captura de carbono	Ganadería	M.62 Sembrar en tierras de pastoreo 30 plantas (árboles de sombra, suculentas, arbustos, herbáceas, etc.) por Unidad Animal con apoyo del Progan (aproximadamente 353 millones de plantas)	0.09	0.07		
Captura de carbono	Bosques	M.68 Realizar obras de conservación y restauración de suelos forestales en 200,000 ha.	1.07	0.36		
Degradación forestal evitada	Bosques	M.70 Realizar diagnóstico fitosanitario en 3 millones de hectáreas de zonas forestales, durante el periodo 2008-2012.			NA	

Degradación forestal evitada	Bosques	M.71 Elaborar y publicar la Estrategia Nacional para la Atención Fitosanitaria Forestal, durante el periodo 2008-2012.			NA	
	Bosques	M.72 Formular e implementar 8 programas estatales de lucha contra la desertificación y la sequía, durante el periodo 2008-2012.			NA	
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.74 Realizar la reforestación simple de una superficie de 1.117 millones de hectáreas.	1.01	0.41	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SEMAHN. Proyecto de reforestación con la Comisión Federal de Electricidad, PACCCH	Incrementar de 55,025 a 150 mil hectáreas reforestadas
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.75 Realizar una reforestación con restauración de suelos de una superficie de 418,130 ha.	0.23	0.09		
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.76 Restaurar 170,000 ha de ecosistemas forestales mediante el Programa de Compensación Ambiental			IRBIO. Establecimiento de Plantaciones	
	Bosques	M.77 Colocar en mercados internacionales de carbono al menos 0.50 MtCO2e provenientes del sector forestal, durante el periodo 2008-2012.				
Forestación, reforestación y revegetación	Agricultura	M55. Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal en coordinación con el programa ProÁrbol	0.23	0.11		
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Agricultura	M56. Incorporar al manejo sustentable 125,000 ha de tierras en zonas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano	0.23	0.11	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, CONABIO. Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas	

Reducción de emisiones	Agricultura	M57. Implementar proyectos ecológicos sobre 61,995 ha de predios registrados en el padrón de Procampo	0.09	0.02		
Reducción de emisiones	Agricultura	M58. Cosechar en verde 188,000 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, durante el periodo	0.43	0.14	SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados	
Reducción de emisiones/captura de carbono	Agricultura	M61. Introducir prácticas de labranza de conservación de suelos en 250,000 ha de tierras agrícolas, mediante el apoyo para la adquisición de maquinaria para labranza de conservación (5,000 máquinas en el periodo, considerando una superficie de 50 ha/máquina) y prácticas sustentables en otras 199,012 ha	0.6	0.19	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados	
Degradación forestal evitada	Bosques	M69. Realizar tratamiento fitosanitario en 200,000 has de zonas forestales.	0.71	0.18	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Incrementar a 1,000 hectáreas la superficie promedio anual tratada contra plagas y enfermedades forestales
Deforestación evitada	Frontera Forestal – Agropecuaria	M79. Reducir la superficie promedio afectada por incendio forestal para lograr que no rebase 30 has. por evento	2.63	0.49	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Disminuir en 10 por ciento la superficie promedio anual afectada por incendios forestales, respecto a este mismo indicador en el sexenio inmediato anterior

Programas y proyectos de Organizaciones de la Sociedad Civil

Con respecto a las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), se han identificado actividades en programas y proyectos enfocados al desarrollo sustentable y conservación de los recursos naturales, lo que ha contribuido a la disminución de emisiones, principalmente en conservación y desarrollo sustentable. No se cuenta con información de CO₂e para las OSC.

A continuación se presenta el Cuadro 16, que muestra una relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos de OSC.

De las actividades realizadas por las OSC, se identifica, además de los proyectos piloto de incentivos para REDD+, actividades forestales y de conservación con ejidos y comunidades. Las actividades agropecuarias son en general menos apoyadas por las OSC.

También se encontró que no se dispone de información de metas y montos de reducciones en CO₂e, por lo que no se percibe una alineación acorde con el nivel estatal y nacional.

Cuadro 16. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos de OSC (se resaltan en negrita las metas principales)

Actividades tipo REDD+	Subsector	Metas PECC	Monto a reducir 2008-2012 (Mt CO ₂ e)	Monto a reducir 2012 (Mt CO ₂ e)	Programas y proyectos estatal	Programas y proyectos OSC
Reducción de emisiones	Ganadería	M63. Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	2.05	0.84	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas, PRONATURA. Sistemas agroforestales y silvopastoriles
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M64. Incorporar 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	11.88	4.37	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M65. Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	4.19	1.39	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M66. Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	6.27	1.43	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	AMBIO. Scolel'Té, CI. ECOSECHAS, FONCET. Servicios ambientales

Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Bosques	M67. Incorporación de 750 mil hectáreas de ecosistemas forestales a Áreas Naturales Protegidas	3.36	1.12	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	PRONATURA. Conservación voluntaria de tierras y Manejo forestal comunitario, FONCET. Conservación de tierras, NA BOLOM. Formulación de proyecto piloto REDD+ usando VCS, AMBIO. Formulación de un proyecto piloto REDD usando el SPV en la REBISO, Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas, CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M73. Establecer 170 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	1.48	0.61	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	
Deforestación y degradación forestal evitada	Frontera Forestal - Agropecuaria	M78. Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	8.97	2.99	SEMAHN. Pacto por el Respeto y Conservación de la Madre Tierra, Selva Lacandona.	AMBIO. Formulación de un proyecto piloto REDD usando el SPV en la REBISO, NA BOLOM. Formulación de proyecto piloto REDD+ usando VCS, CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas, PRONATURA. Área selva zoque
Reducción de emisiones	Agricultura	M.54 Reconvertir 298,200 ha de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente a cultivos perennes y diversificados	0.65	0.26	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	
Reducción de emisiones	Agricultura	M.59 Desarrollar y publicar un Manual de Buenas Prácticas para el Uso de Fertilizantes, durante el periodo 2008-2012.			NA	NA

Reducción de emisiones	Agricultura	M.60 Producir bio-fertilizantes para su aplicación en un área de 2 millones de hectáreas en 2012, con un ahorro de 15% de fertilizantes	0.29	0.12		
Reducción de emisiones/captura de carbono	Ganadería	M.62 Sembrar en tierras de pastoreo 30 plantas (árboles de sombra, suculentas, arbustos, herbáceas, etc.) por Unidad Animal con apoyo del Progan (aproximadamente 353 millones de plantas)	0.09	0.07		PRONATURA. Sistemas agroforestales y silvopastoriles
Captura de carbono	Bosques	M.68 Realizar obras de conservación y restauración de suelos forestales en 200,000 ha.	1.07	0.36		
Degradación forestal evitada	Bosques	M.70 Realizar diagnóstico fitosanitario en 3 millones de hectáreas de zonas forestales, durante el periodo 2008-2012.			NA	NA
Degradación forestal evitada	Bosques	M.71 Elaborar y publicar la Estrategia Nacional para la Atención Fitosanitaria Forestal, durante el periodo 2008-2012.			NA	NA
	Bosques	M.72 Formular e implementar 8 programas estatales de lucha contra la desertificación y la sequía, durante el periodo 2008-2012.			NA	NA
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.74 Realizar la reforestación simple de una superficie de 1.117 millones de hectáreas.	1.01	0.41	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SEMAHN. Proyecto de reforestación con la Comisión Federal de Electricidad, PACCCH	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Scolel'Té

Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.75 Realizar una reforestación con restauración de suelos de una superficie de 418,130 ha.	0.23	0.09	
Forestación, reforestación y revegetación	Bosques	M.76 Restaurar 170,000 ha de ecosistemas forestales mediante el Programa de Compensación Ambiental			IRBIO. Establecimiento de Plantaciones
	Bosques	M.77 Colocar en mercados internacionales de carbono al menos 0.50 MtCO ₂ e provenientes del sector forestal, durante el periodo 2008-2012.			AMBIO. Scolel'Té
Forestación, reforestación y revegetación	Agricultura	M55. Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal en coordinación con el programa ProÁrbol	0.23	0.11	
Conservación y manejo sustentable de las áreas forestales	Agricultura	M56. Incorporar al manejo sustentable 125,000 ha de tierras en zonas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano	0.23	0.11	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, CONABIO. Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas
Reducción de emisiones/captura de carbono	Agricultura	M57. Implementar proyectos ecológicos sobre 61,995 ha de predios registrados en el padrón de Procampo	0.09	0.02	
Reducción de emisiones	Agricultura	M58. Cosechar en verde 188,000 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, durante el periodo	0.43	0.14	SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados.

Reducción de emisiones/captura de carbono	Agricultura	M61. Introducir prácticas de labranza de conservación de suelos en 250,000 ha de tierras agrícolas, mediante el apoyo para la adquisición de maquinaria para labranza de conservación (5,000 máquinas en el periodo, considerando una superficie de 50 ha/máquina) y prácticas sustentables en otras 199,012 ha	0.6	0.19	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados.	CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas
Degradación forestal evitada	Bosques	M69. Realizar tratamiento fitosanitario en 200,000 has de zonas forestales.	0.71	0.18	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	
Deforestación evitada	Frontera Forestal - Agropecuaria	M79. Reducir la superficie promedio afectada por incendio forestal para lograr que no rebase 30 has. por evento	2.63	0.49	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	AMBIO. Manejo del fuego, FONCET. Manejo del fuego PRONATURA Manejo del fuego

Proyectos de centros de investigación e instituciones académicas

Las universidades y centros de investigación en Chiapas y el país, desarrollan sus actividades de investigación en diferentes disciplinas, generando un conocimiento que puede contribuir a resolver algunas de las incógnitas que plantea el mecanismo REDD+.

De la variedad de instituciones académicas y centros de investigación con sede en el estado, las que, por su labor tienen más relación con la gama de actividades y conceptos que integra el mecanismo REDD+, se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Instituciones académicas y centros de investigación de interés para REDD+ en el Estado de Chiapas

Acrónimo	Nombre	Campo de conocimiento *	Sedes en Chiapas
CIESAS	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social	Ambiente y Sociedad	San Cristóbal de las Casas
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur	Conservación de la biodiversidad, sistemas de producción alternativos	San Cristóbal de las Casas, Tapachula
UNICACH	Universidad de las Ciencias y las Artes de Chiapas	Ciencias biológicas, medio ambiente, cambio climático	Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Chiapa de Corzo, Reforma, Villacorzo, Palenque, Huixtla, Motozintla, Mapastepec, Acapetahua, Tonalá
UNACH	Universidad Autónoma de Chiapas	Ciencias agrícolas, ciencias forestales, desarrollo rural	Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula, Huehuetán, Villaflores, Pichucalco, Comitán de Domínguez, Catazajá.
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo	Desarrollo rural	San Cristóbal de las Casas
UNAM-PROIMMSE	Universidad Nacional Autónoma de México- Programa de Investigaciones Multidisciplinarias sobre Mesoamérica y el Sureste	Patrimonio y diversidad cultural, Territorio y políticas de desarrollo	San Cristóbal de las Casas
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Ciencias forestales, agrícolas y pecuarias	Ocozocoautla de Espinosa

*Relacionado con el tema REDD+

En el Anexo 2 se muestran los proyectos de investigación activos encontrados en estas instituciones cuyos resultados podrían tener interés para REDD+. En el Anexo 2, se puede observar, además, que en estos proyectos participan otras instituciones, tanto nacionales como extranjeras.

En general, estas investigaciones aportan conocimiento sobre los recursos naturales, los sistemas productivos y la interacción entre los habitantes rurales y su entorno, desde una perspectiva social, ambiental y económica.

En lo particular, los estudios llevados a cabo en relación a la medición de almacenes de carbono en distintos ecosistemas forestales, sistemas agrícolas, ganaderos y sistemas mixtos (agrosilvopastoriles), han contribuido a mejorar los niveles de incertidumbre de los escenarios de referencia de REDD+ en los niveles subnacionales, ya que el uso de bases nacionales (*i.e.* Inventario Nacional Forestal y de Suelos) a escala estatal conduce a niveles altos de incertidumbre. En el Estado de Chiapas, en el marco de los trabajos realizados por el PMC para el proyecto piloto “Una REDD para Chiapas”, se llevó a cabo una recopilación de información sobre este tipo de estudios y se conformó una base de datos con la información original de campo y laboratorio de los trabajos identificados (Covaleda, 2009). Esta experiencia sirvió como base para el desarrollo del Proyecto “Elementos para el INEGI estandarizados a nivel estatal para los PEACC y REDD”, financiado por el INE, donde se amplió el esfuerzo a otros 12 estados (Paz et al., 2010e; Rojas y Paz, 2011), que fue extendido por el PMC al resto de los estados del país (Cuevas y Paz, 2011).

Además de los proyectos estrictamente académicos, existen proyectos desarrollados conjuntamente por instituciones de diferente índole, como el Proyecto Piloto de REDD+ en el Ocoate, donde intervienen ECOSUR (como institución académica), AMBIO (como organización de la Sociedad Civil) y CONANP (como agencia de gobierno), con la financiación de USAID. En estos casos, cada institución aporta sus capacidades para abordar y resolver los complejos problemas que supone la interacción humana con el medio ambiente y las posibles estrategias a emplear para mejorar las condiciones de vida en el sector rural.

1.6.3. Comentarios generales

Del análisis realizado en este apartado se puede concluir que no hay relación entre los contenidos de los programas y proyectos existentes tanto a nivel nacional como estatal. En general los programas sectoriales y especiales cuentan con metas que pueden ser relacionadas con el PECC, sin embargo, al bajar hasta los programas y proyectos institucionales, las metas no se definen como sucede a nivel nacional o no están actualizadas como se presenta a nivel estatal.

A nivel nacional, se encuentran las reglas de operación, lineamientos y resultados de los programas y proyectos institucionales pero no se mencionan metas a alcanzar. En el nivel estatal se cuenta con información de metas en programas y proyectos institucionales, sin embargo esta información no se encuentra actualizada y tampoco se presenta en las páginas electrónicas de las instituciones encargadas de realizar tales programas y proyectos. Tampoco se presentan vínculos de las metas entre los programas sectoriales y especiales con los programas y proyectos institucionales, lo que dificulta conocer los logros a nivel institucional de acuerdo a los lineamientos que se desprenden del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-

2012.

Con respecto a las reducciones de emisiones de CO₂e, no fue posible relacionar metas de reducciones del PECC con los programas estatales. Aun así, en el Cuadro 18 se ha tratado de relaciona las metas tipo REDD+ consideradas en el PECC con las metas de los programas a nivel estatal, como una primera aproximación para calcular el potencial de reducciones de GEI de los programas.

En las OSC, solo se compararon las metas del PECC con los programas y proyectos vinculados con el mecanismo REDD+, ya que no se encontró información de reducción de emisiones de CO₂e en sus programas y proyectos.

En el Anexo 2 se presentan una serie de Cuadros que complementan la información presentada en este apartado.

Cuadro 18. Relación de metas tipo REDD+ del PECC con programas y proyectos nacionales, estatales y OSC en el estado de Chiapas (2012)

Metas PECC	Monto a reducir 2012 (Mt CO ₂ e)	Programas y proyectos federales	Programas y proyectos estatal	Metas programas y proyectos estatal	Programas y proyectos OSC
M63. Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	0.84	Programa Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria (reconversión productiva), PROGAN, PROCAMPO, Proyecto Transversal para la Atención a las Ramas Productivas en las Actividades Agrícolas, Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas.	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Impulsar la producción de especies forrajeras mejoradas para alimentación animal, con el establecimiento y/o rehabilitación de 5,000 hectáreas de praderas con pastos mejorados.	AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas, PRONATURA. Sistemas agroforestales y silvopastoriles
M64. Incorporar 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	4.37	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes, PROFOS, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona. CONANP. Programa de Adaptación al Cambio Climático en Regiones Prioritarias de los estados Chiapas y Tabasco	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Incrementar de 93 mil a 140 mil has la superficie actual bajo manejo forestal sustentable. Incrementar 60 mil ha. al manejo forestal no maderable Incorporar 120 mil hectáreas al manejo agroforestal y forestal no maderable	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas
M65. Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	1.39	SEMARNAT. Programa Fomento de UMAS, CONAFOR. ProÁrbol	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Fortalecer la operación y acciones de capacitación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en el Estado	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas

M66. Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	1.43	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona, Fondo Patrimonial de Biodiversidad CONANP. Programa de pago de servicios ambientales en áreas naturales protegidas	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, PACCCH	Incorporar 150 mil hectáreas al pago por servicios ambientales	AMBIO. Socolé Té
M67. Incorporación de 750 mil hectáreas de ecosistemas forestales a Áreas Naturales Protegidas	1.12	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Incrementar la superficie de áreas naturales protegidas decretadas en 1,561,126.43 ha	PRONATURA. Conservación voluntaria de tierras y Manejo forestal comunitario, NA BOLOM. Formulación de proyecto piloto REDD+ usando VCS, AMBIO. Formulación de un proyecto piloto REDD usando el SPV en la REBISO, Una red comunitaria forestal en Marqués de Comillas, CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas
M73. Establecer 170 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	0.61	SEMARNAT. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales CONAFOR. ProÁrbol, Apoyos adicionales para fomentar el Financiamiento de Plantaciones Forestales Comerciales, PROFOS, Plantaciones Forestales Comerciales, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	Incrementar de 3,468 hectáreas actuales a 12 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales	PRONATURA. Manejo forestal comunitario?

M78. Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD)	2.99	CONAFOR. Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona, Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes, Fondo Patrimonial de Biodiversidad CONANP. Programa de pago de servicios ambientales en áreas naturales protegidas	SEMAHN. Pacto por el Respeto y Conservación de la Madre Tierra, Selva Lacandona.	AMBIO. Formulación de un proyecto piloto REDD usando el SPV en la REBISO, NA BOLOM. Formulación de proyecto piloto REDD+ usando VCS, CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas, PRONATURA. Área selva zoque
M.54 Reconvertir 298,200 ha de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente, a cultivos perennes y diversificados	0.26	SAGARPA. PROGAN, CONAFOR. Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas, Programa Especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la Selva Lacandona	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable	Establecer 10,000 hectáreas de plantaciones frutales y diversos cultivos en el estado
M.59 Desarrollar y publicar un Manual de Buenas Prácticas para el Uso de Fertilizantes, durante el periodo 2008-2012.		NA	NA	NA
M.60 Producir bio-fertilizantes para su aplicación en un área de 2 millones de hectáreas en 2012, con un ahorro de 15% de fertilizantes	0.12			
M.62 Sembrar en tierras de pastoreo 30 plantas (árboles de sombra, suculentas, arbustos, herbáceas, etc.) por Unidad Animal con apoyo del Progan (aproximadamente 353 millones de plantas)	0.07	SAGARPA. PROGAN		PRONATURA. Sistemas agroforestales y silvopastoriles

M.68 Realizar obras de conservación y restauración de suelos forestales en 200,000 ha.	0.36	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas, Programa especial para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de la selva Lacandona			
M.70 Realizar diagnóstico fitosanitario en 3 millones de hectáreas de zonas forestales, durante el periodo 2008-2012.		NA	NA		NA
M.71 Elaborar y publicar la Estrategia Nacional para la Atención Fitosanitaria Forestal, durante el periodo 2008-2012.		NA	NA		NA
M.72 Formular e implementar 8 programas estatales de lucha contra la desertificación y la sequía, durante el periodo 2008-2012.		NA	NA		NA
M.74 Realizar la reforestación simple de una superficie de 1.117 millones de hectáreas.	0.41	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SEMAHN. Proyecto de reforestación con la Comisión Federal de Electricidad, PACCCH	Incrementar de 55,025 a 150 mil hectáreas reforestadas	PRONATURA. Manejo forestal comunitario, AMBIO. Scolel'Té?
M.75 Realizar una reforestación con restauración de suelos de una superficie de 418,130 ha.	0.09	CONAFOR. ProÁrbol, Compensación Ambiental, Proyecto de Restauración y Conservación de las Cuencas del Río Grijalva y Costa de Chiapas			
M.76 Restaurar 170,000 ha de ecosistemas forestales mediante el Programa de Compensación Ambiental		CONAFOR. Compensación Ambiental	IRBIO. Establecimiento de Plantaciones		

				AMBIO. Scolel'Té
M.77 Colocar en mercados internacionales de carbono al menos 0.50 MtCO2e provenientes del sector forestal, durante el periodo 2008-2012.				
M55. Reconvertir 125,000 ha de maíz de autoconsumo a producción forestal en coordinación con el programa ProÁrbol	0.11	CONAFOR. ProÁrbol, Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria y el gobierno de Chiapas		
M56. Incorporar al manejo sustentable 125,000 ha de tierras en zonas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano	0.11	CONABIO. Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, CONABIO. Proyecto Desarrollo Rural Sustentable en Corredores Biológicos de Chiapas	
M57. Implementar proyectos ecológicos sobre 61,995 ha de predios registrados en el padrón de Procampo	0.02	SAGARPA. PROCAMPO		
M58. Cosechar en verde 188,000 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, durante el periodo	0.14	SAGARPA. Adquisición de Activos Productivos (Alianza para el Campo)	SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados.	
M61. Introducir prácticas de labranza de conservación de suelos en 250,000 ha de tierras agrícolas, mediante el apoyo para la adquisición de maquinaria para labranza de conservación (5,000 máquinas en el periodo, considerando una superficie de 50 ha/máquina) y prácticas sustentables en otras 199,012 ha	0.19	SAGARPA. PROCAMPO, Adquisición de Activos Productivos (Alianza para el Campo), Programa de Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Primaria, Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura, Proyecto Transversal para la Atención a las Ramas Productivas en las Actividades Agrícolas, Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, MasAgro	Programa Sectorial de Desarrollo Rural Sustentable, SECAMPO. Programa para la adquisición de activos productivos. Programas federalizados.	CI. Implementación de sitios piloto de medición y monitoreo de carbono forestal comunitarios en el marco de la estrategia REDD+ para Chiapas

M69. Realizar tratamiento fitosanitario en 200,000 has de zonas forestales.	0.18	CONAFOR. Compensación Ambiental, Apoyos adicionales para fomentar el Financiamiento de Plantaciones Forestales Comerciales	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Incrementar a 1,000 hectáreas la superficie promedio anual tratada contra plagas y enfermedades forestales
M79. Reducir la superficie promedio afectada por incendio forestal para lograr que no rebase 30 has. por evento	0.49	CONAFOR. Compensación Ambiental	Programa Especial de Medio Ambiente y Ordenamiento Ecológico	Disminuir en 10 por ciento la superficie promedio anual afectada por incendios forestales, respecto a este mismo indicador en el sexenio inmediato anterior.

2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REDD+ CLAVE PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES/CAPTURA DE CARBONO EN EL SECTOR ASOUS EN CHIAPAS.

En el PECC se plantea que el sector ASOUS contribuya con el 30 % de la reducción de emisiones que se aspira alcanzar a nivel nacional; aunque, como ya se ha comentado, dentro de sus metas principales sólo se considera una relacionada con el manejo ganadero (M. 63) y ninguna de cuantía asociada a la agricultura.

En Chiapas el sector USCUS contribuyó en 2005 con el 57 % de las emisiones totales de GEI (28,161.08 GgCO₂e), siendo la principal fuente de emisiones, seguido del sector agropecuario, con el 19 %, así que, conjuntamente, las actividades desarrolladas en el sector rural suponen un 76 % del total de emisiones, correspondiendo el 24 % restante a los sectores de energía, residuos y procesos industriales (PACCCH, 2011). Estos datos nos dan una idea de la importancia de la planeación de estrategias encaminadas a establecer economías bajas en carbono en el sector rural Chiapaneco.

Utilizando la información presentada en el IEGEI es posible diferenciar las emisiones y superficies asociadas a algunas actividades relacionadas con REDD+: deforestación, degradación, forestación/reforestación. Sin embargo, no se dispone de información específica asociada a temas como el manejo sustentable de bosques y la conservación. En relación a la deforestación hay información sobre incendios forestales y avance de la frontera agropecuaria, identificadas como las principales causas de deforestación en el Estado. En cuanto a la degradación, se dispone de información específica relativa a la extracción de leña y madera total (con permiso y sin permiso), pero falta identificar otras actividades causantes de degradación. En el incremento de almacenes de carbono sólo hay datos de los procesos de forestación/reforestación. En relación a los sectores agrícola y ganadero también se presentan en el IEGEI los datos de las principales actividades causantes de emisiones en estos sectores (Cuadro 19).

El cambio de uso de suelo hacia cubiertas no forestales (deforestación) trae aparejado emisiones considerables de CO₂ producto de la combustión y descomposición de la biomasa vegetal, así como de la pérdida de carbono orgánico de los suelos (COS). En Chiapas, las emisiones procedentes del suelo son más o menos similares a las de la biomasa viva, aunque la tasa de recuperación de los suelos es muy lenta en comparación con la regeneración de la biomasa viva en la vegetación. Por otra parte, en los bosques no manejados de manera sustentable, donde la extracción domina sobre la regeneración y la reforestación, se producen emisiones adicionales de GEI (de Jong *et al.*, 2010c).

En cuanto al sector agropecuario las emisiones provienen principalmente de la fermentación entérica de la ganadería bovina, de carne fundamentalmente y de los suelos agrícolas (fertilización con productos nitrogenados, adición de estiércol, cultivos de especies fijadoras de nitrógeno y descomposición de rastrojos). Además se prevé que, siguiendo la tendencia actual las emisiones del sector agrícola se incrementen en los próximos años (Jiménez *et al.*, 2010).

Cuadro 19. Principales emisiones de GEI (biomasa y suelo) asociadas al sector forestal, agrícola y ganadero en Chiapas y superficie anual afectada (elaboración a partir de la información presentada en de Jong *et al.*, 2010c, Jiménez *et al.*, 2010, datos del SIAP, información presentada en este informe y de otras fuentes)

			Emisiones GgCO ₂ eq a ⁻¹	Captura de C GgCO ₂ eq a ⁻¹	Superficie ha a ⁻¹
subsector forestal*	Deforestación	Total	593,507.2		92,687.5
		Avance frontera agropecuaria	17,053.1		61,524.8
		Incendios	576,454.1		31,162.7
	Degradación	Total	9,278.9		47,650.8
		Leña	3,346.6		43,913.9
		Madera	171.1		24,864.4
	Incremento almacenes	Total		452.8	25,351.7
Forestación/reforestación			452.8	25,351.7	
Subsector agrícola**		Total	430.0		1,375,871.2
		Quemas	49.1		859,795.4
		NO ₂	380.9		1,375,871.2
Subsector ganadero**		Total	4,280.0		2,387,567.0†
		Fermentación entérica	3,541.2		2,387,567.0†

*Datos del periodo 1990-2008; **Datos relativos al año 2007; †Cabezas de ganado

Partiendo de esta información, que nos indica donde están las mejores oportunidades de reducir emisiones en el sector ASOUS en Chiapas, en lo siguiente se identifican las actividades con mayor potencial de reducción de emisiones/captura de carbono por subsector: forestal, agrícola y ganadero.

2.1. Subsector forestal

En este apartado se consideran las actividades que incluyen el término REDD+ (considerando sus 5 ejes) como se presenta en el PACCCH y como ha sido definido previamente en este informe.

2.1.1. Acciones tendentes a evitar la deforestación

Los incendios forestales son la principal causa de emisiones por deforestación en Chiapas y el establecimiento de sistemas agropecuarios a costa de los bosques es la actividad que genera mayor superficie deforestada, por esta razón, es muy conveniente implementar y reforzar políticas y acciones que tengan como fin controlar estos dos *drivers* de la deforestación. Por otra parte, actividades que den valor al bosque, como los cultivos bajo sombra arbórea, contribuyen a evitar el cambio de uso del suelo, aunque pueden ser también causa de degradación.

Prevención y control de incendios forestales

En México, el Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales, es un proyecto coordinado por diversas dependencias del Gobierno Federal, Gobiernos Estatales y Municipales, dueños y poseedores de terrenos forestales a través de las

asociaciones de silvicultores, prestadores de servicios técnicos forestales y Organismos No Gubernamentales. Como parte de este Programa, anualmente se realizan acciones específicas en materia de prevención, detección, control y combate de incendios. Además, actualmente, se está trabajando en la incorporación del concepto de Manejo del Fuego a la estrategia de Protección contra Incendios Forestales, con el fin de instaurarlo como política pública (CONAFOR, 2011b).

En Chiapas se opera bajo la responsabilidad de la COFOSECH y la CONAFOR, en coordinación con Protección Civil y la CONANP, el Centro Estatal de Incendios Forestales (CECIF) y los Centros Regionales de Control de Incendios Forestales, que tienen como objeto la coordinación de acciones para la atención directa y eficiente de la prevención, control y combate de incendios forestales y, a partir del año 2009, se crean los Centros Municipales de Control de Incendios como parte de la estructura Estatal (Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales, 2012).

Los recursos humanos y medios de los que se dispone la CONAFOR a la hora de combatir incendios son bastante escasos, contándose únicamente con 8 torres de observación, 1 carro motobomba y, como medios aéreos, únicamente con 1 helicóptero para combate y una aeronave para detección en todo Chiapas (Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales, 2012). Por esta razón es fundamental incrementar los medios disponibles para la detección y combate de incendios en el Estado.

Con el fin de prevenir y controlar de manera más eficiente los incendios forestales, sobre todo en los tipos de ecosistemas más afectados por el fuego en el estado, una herramienta que ha demostrado ser muy útil como apoyo a los mecanismos existentes de gobierno, son los *Planes comunitarios de manejo integrado del fuego*, los cuales permiten aprovechar el conocimiento local sobre el terreno y dinámica del fuego en la prevención y control de los incendios.

En este tipo de experiencias es muy importante la coordinación institucional-comunidades, llevar a cabo un proceso de capacitación en la comunidad y diseñar un sistema de vigilancia y monitoreo de las cargas de combustible con participación de brigadas comunitarias que, además, cooperan en las labores de prevención y manejo del fuego. En Chiapas se cuenta con experiencias exitosas en relación a este tema en la Reserva de la Biósfera La Sepultura (FDN-ACBPEM-TNC, 2009), la selva Zoque, en Marqués de Comillas y en otras áreas.

Frenar el avance de la frontera agropecuaria

En términos de pérdidas de C el cambio de uso del suelo a cubiertas no forestales ha supuesto la emisión de 17,053.1 Gg CO₂eq año⁻¹ en el periodo 1990-2008 (Cuadro 19). Por ello es necesario estructurar acciones que incrementen la productividad de los sistemas agropecuarios, tales como las que se describen más adelante (apartados 2.2. y 2.3.).

Cultivos bajo sombra arbórea

Los cultivos producidos bajo sombra arbórea (café, vainilla, palma y cacao, principalmente) ofrecen un esquema híbrido que permite el mantenimiento de una cobertura arbórea a la vez que se establece un sistema productivo. En Chiapas el café es el segundo cultivo en superficie sembrada, después del maíz (SIAP-SAGARPA) y es el principal ingreso económico de muchos productores en varias regiones. En la Figura 14 se presenta la evolución de la superficie de café sembrada en Chiapas junto con el precio, se observa que entre los años 2000 y 2004 la superficie de café se mantuvo más o menos estable en el estado mientras el precio caía, alcanzando su valor mínimo en 2004. A partir de esta fecha el precio comenzó a subir y en poco tiempo la superficie sembrada incrementó notablemente, de tal manera que en 2010 la superficie de café había aumentado en casi 11 mil ha con respecto a 2004.

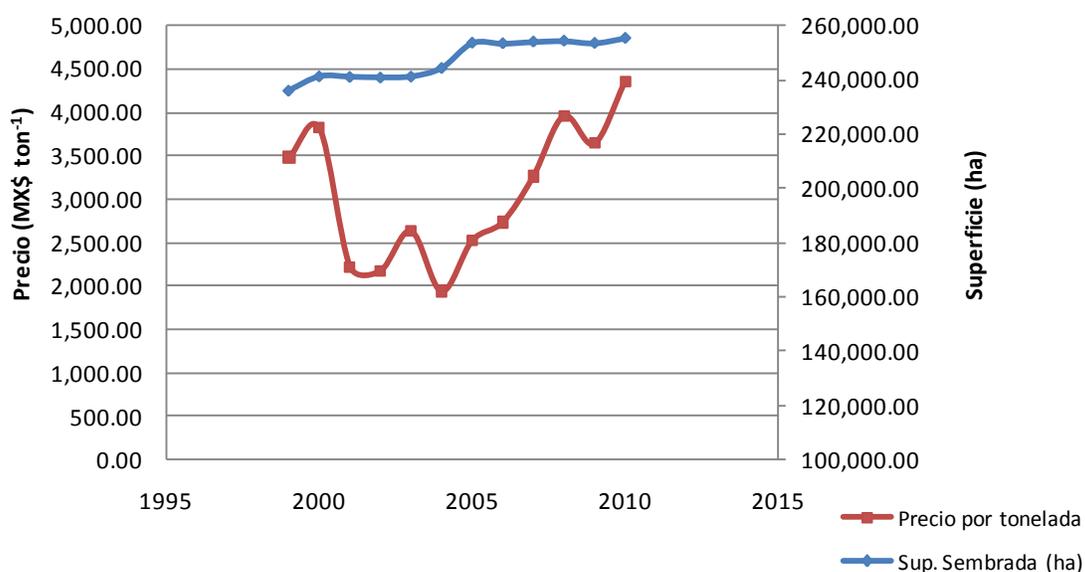


Figura 14. Superficie sembrada de café en Chiapas y precio por tonelada, entre 1999 y 2010. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

Esta dependencia del precio de mercado del café, hace que resulte conveniente recurrir a mecanismos que mitiguen los efectos negativos cuando se producen caídas en los precios. En este sentido, la certificación de cafetales bajo sombra dentro de los distintos esquemas existentes (orgánico, ecológico, etc.) es interesante ya que permite acceder a mercados de especialidad donde los precios son más atractivos para los productores. Dentro del sector campesino, quienes enfrentan mejor las crisis son los productores organizados en empresas asociativas capaces de posicionarse en estos mercados de especialidad, siendo el café orgánico es el que más compete en este tipo de mercado (Soto-Pinto *et al.*, 2009). Por otra parte, al certificar el café se firma un convenio en el cual se establece la no apertura de áreas de bosque para otros usos, lo que contribuye a evitar la deforestación en las zonas cafetaleras (Rico, 2008).

Los agroecosistemas cafetaleros pueden acumular entre 42 and 138 Mg C ha⁻¹ de biomasa aérea y sumando el carbono contenido en el suelo pueden llegar a contener hasta un tercio del carbono de los bosques primarios (Soto-Pinto *et al.*, 2007), aunque Kötz (2003) reportó contenidos de carbono de hasta 257.1 Mg C ha⁻¹ en sistemas de café bajo árboles relictos de bosque primario en el Soconusco. Adicionalmente, los sistemas que incluyen prácticas de incorporación de materiales orgánicos al suelo incrementan la captura de carbono, tanto en biomasa como en COS (Soto-Pinto *et al.*, 2007).

Este tipo de sistemas, por tanto, contribuyen a la conservación de la cubierta vegetal, ya que al agregar valor al bosque evitan el cambio de uso del suelo hacia terrenos agrícolas y pastizales. Por otra parte, el riesgo asociado es que pueden ser causa de degradación al disminuir el porcentaje de cobertura arbórea por manejo de la sombra y avanzar hacia ecosistemas de alta biodiversidad como los bosques mesófilos de montaña.

2.1.2. Acciones tendentes a evitar la degradación

La extracción de productos forestales, especialmente leña, sin arreglo a planes de manejo es una fuente importante de emisiones en el Estado y, aunque no se dispone de datos específicos al respecto, los incendios, el pastoreo de ganado en el bosque y las plagas y enfermedades forestales son factores que deben tenerse en cuenta a la hora de pensar en políticas y actividades encaminadas a reducir la deforestación en los bosques de Chiapas.

Manejo sustentable para la producción de leña/carbón vegetal

La extracción de leña y carbón vegetal de los bosques, sin arreglo a ningún plan de manejo, puede ocasionar degradación en los bosques sobre todo en zonas densamente pobladas. Por otra parte, la extracción de árboles muertos, ramas caídas, restos de cortas, etc. ayudan a regular la cantidad de combustible presente en los bosques y, por tanto, a reducir el riesgo de incendios forestales. Por esta razón es necesario, a nivel de comunidades y ejidos, estimar las necesidades de leña y carbón (incluida la extracción para comercialización), evaluar el impacto de esta actividad en las áreas forestales y tomar decisiones de manejo que eviten la acumulación de combustible en los bosques y, a su vez, no conduzcan a degradación. En caso de observarse una demanda de leña/carbón superior a la oferta, las plantaciones dendroenergéticas pueden ser una buena alternativa. La regulación del aprovechamiento forestal de combustibles vegetales es una necesidad urgente para Chiapas, y para México, con gran potencial de reducir las emisiones por degradación forestal.

Masera *et al.* (2010), estimaron la evolución del consumo de leña en todos los municipios del país considerando el periodo 1990-2024, para el caso de Chiapas se prevee que el consumo en 2024 sea aproximadamente un 6 % superior al estimado para 2012. Este dato nos indica la importancia de comenzar a plantear actividades que permitan disminuir el impacto que provoca la extracción de leña.

La combinación de manejo sustentable de leña, acompañado de plantaciones dendroenergéticas, en caso necesario, y la instalación de estufas ahorradoras de leña puede ser una estrategia prometedora que contribuya de manera conjunta a reducir el riesgo de incendios y evitar la degradación forestal. Un ejemplo de este tipo de estrategia ya se ha implementado en Amatenango del Valle, donde una actividad económica muy importante es la alfarería. Las mujeres de la comunidad han establecido plantaciones dendroenergéticas con especies nativas de pino y encino, debido a su alto poder calorífico y, para ello, han recolectado semillas y establecido un vivero en la comunidad. Esta acción ha sido complementada con la instalación de estufas ahorradoras de leña a través del programa ProÁrbol, bajo el concepto de transferencia de tecnología (Morales y Martínez, 2009).

Control de la extracción de madera sin permiso

El control de la extracción de madera sin permiso supone un reto para el Estado, ya que la problemática asociada a esta actividad tiene diferentes orígenes. En este sentido hay que pensar en actuaciones en varios frentes:

- Reforzar la gobernanza local para que se adopten y respeten normas de acceso y uso de los recursos naturales, así como se establezcan sanciones en caso de no cumplimiento
- Revalorizar el uso del suelo bosque por parte de las comunidades rurales
- Facilitar el acceso a mecanismos legales de aprovechamiento de los recursos forestales
- Abordar y solucionar los problemas de tenencia de la tierra aun existentes
- Existencia de una autoridad competente y eficiente capaz de actuar en los casos detectados de extracción clandestina de madera

Prevención y control de incendios de superficie

En cuanto al papel de los incendios en la degradación forestal y como atacarlos serían válidas las mismas consideraciones hechas para la prevención y control de incendios en el caso de la deforestación.

Control de plagas y enfermedades forestales

A pesar de las actuaciones de CONAFOR en relación al control de plagas y enfermedades forestales (actividades de saneamiento y fumigación) en Chiapas, siguen existiendo focos problemáticos, destacándose la zona de Altamirano, donde los descortezadores de coníferas han ocasionado fuertes daños.

Para poder llegar a tener un control efectivo sobre las poblaciones de estas plagas es necesario llevar a cabo mayor investigación con el fin de conocer mejor sus ciclos de vida y los factores que favorecen/limitan su expansión.

Manejo del pastoreo de ganado en el bosque

Limitar el pastoreo en el bosque, sobre todo en áreas de regeneración probablemente contribuya a disminuir la degradación en los bosques de las zonas templadas. Esta medida, sin embargo, deberá ir acompañada de alguna(s) de las propuestas que se hacen en el apartado relativo al sector ganadero (2.3).

Realización de obras de conservación de suelos

Las prácticas agrícolas pueden favorecer la erosión del suelo si no se toman medidas adecuadas, por ejemplo, todavía es común en el estado el cultivo en laderas siguiendo líneas de máxima pendiente, por tanto, el cambio a cultivo por curvas de nivel contribuiría a evitar pérdidas del horizonte superficial edáfico, que es además, el más rico en carbono. La construcción de terrazas, acequias y el establecimiento de cortinas rompe-vientos pueden ser muy útiles también para este fin (Sanchez *et al.*, 2001).

2.1.3. Incremento de los reservorios forestales de carbono

Las actividades que pueden traducirse en mayores incrementos de los almacenes de carbono estarían relacionadas con la forestación, reforestación, revegetación y restauración de áreas degradadas.

Forestación/reforestación

El establecimiento de plantaciones forestales con especies maderables de alto valor, tanto templadas como tropicales, también podría ser una estrategia muy efectiva de captura de carbono en áreas agrícolas y pastizales abandonados que, además, genera ingresos económicos. Ordoñez *et al.* (2008) reportaron contenidos de carbono de 50.5 Mg C ha⁻¹ en la biomasa arbórea de plantaciones forestales jóvenes (142.5 Mg C ha⁻¹ considerando además el carbono en suelo y mantillo) establecidas en zonas templadas de la meseta Purépecha (condiciones similares a las de los Altos de Chiapas). Por otra parte, Redondo *et al.* (2006), encontraron valores entre 25.5 y 90.8 Mg C ha⁻¹ en la biomasa arbórea de diferentes plantaciones de 12-13 años en una zona de selva tropical húmeda. En Chiapas se han reportado valores de 2.03 Mg C ha⁻¹ (Soto-Pinto *et al.*, 2010) o 6.0 Mg C ha⁻¹ (De Jong, 2000) en la biomasa de terrenos agrícolas de temporal, lo que da una idea del potencial de captura de las actividades de forestación/reforestación.

Protección de bosques secundarios (acahuales)

La vegetación secundaria, comúnmente denominada acahual, está asociada en Chiapas a los ciclos de la agricultura de roza-tumba-quema. En algunas parcelas los productores conservan especies arbóreas lo cual facilita la regeneración de la vegetación, reduciendo los periodos de barbecho (Levy *et al.*, 2002).

El problema es que la presión por el uso de la tierra, derivada de la necesidad de producir alimentos, ha hecho que se reduzcan los periodos de descanso, no permitiendo una recuperación adecuada de la fertilidad de los suelos para el nuevo ciclo de cultivo. La protección del acahual puede ser una buena estrategia que contribuya a evitar la degradación de los suelos por el uso agrícola intensivo y, acompañado de actividades que mejoren la productividad de las prácticas agrarias, podría contribuir a la recuperación de bosques primarios.

Plantaciones de enriquecimiento en acahuales

Los acahuales mejorados o enriquecidos se definen como sistemas rotacionales que combinan especies maderables de alto valor con especies colonizadoras naturales de la sucesión secundaria. Las especies maderables se establecen antes de los 5 años del acahual que en el largo plazo se convertirá en cultivo, una vez que los árboles alcanzan su turno de corta, o se convertirá en un sistema permanente en el mediano plazo (Soto-Pinto *et al.*, 2011).

Según estos mismos autores, el objetivo de este sistema es producir bienes forestales fuera del bosque y evitar presión sobre éste, además de producir alimentos mientras se cultiva, proteger el suelo, recuperar las condiciones del sitio después de la agricultura, mantener la capacidad de regeneración de la vegetación natural, aumentar cobertura, biomasa y productividad, aumentar los ingresos de los productores, sedentarizar la milpa, entre otros. Este sistema está enfocado para utilizarse en sitios donde se emplea la agricultura de roza-tumba-quema, con la premisa de que los agricultores tengan otras parcelas que puedan dedicar a la producción de maíz, en tanto que los árboles sembrados alcanzan las dimensiones de aprovechamiento.

En cuanto a la capacidad de almacenar carbono de los acahuales mejorados, Roncal *et al.* (2008) reportaron contenidos de carbono de 150.1 Mg C ha⁻¹ en acahuales mejorados establecidos en municipio de El Chilón.

Realización de obras de restauración de suelos degradados

Los suelos desnudos con evidencias de erosión pueden ser restaurados con el fin de evitar una mayor pérdida de suelo por erosión hídrica y, llevando a cabo prácticas de revegetación y/o reforestación, se puede restablecer la cubierta vegetal, que contribuye a su vez a retener el suelo.

2.1.4. Conservación de los reservorios de carbono forestal

En Chiapas, los reservorios de carbono almacenados en los bosques presentan el valor añadido de la biodiversidad ya que se trata del segundo estado más biodiverso de México, únicamente después de Oaxaca (Vázquez *et al.*, 2002) y presenta una amplia variedad de

tipos de vegetación, reconociéndose entre 12 (Miranda, 1952) y 18 (Breedlove, 1981) formaciones vegetales de estructura y composición diferentes. Están presentes alrededor de 8,000 especies de plantas vasculares, que constituyen el 36.7% de la flora que se conoce para el país y el 35 % de los vertebrados de Mesoamérica (PEOT, 2005).

El estado forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) que fue concebido con la idea de enlazar los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como áreas con uso sustentable de los recursos naturales. En México, el CBM contempla actualmente 8 corredores biológicos en los estados de Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Yucatán y Tabasco, dos de los cuales se localizan en el estado de Chiapas: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas) y Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas).

Los bosques mesófilos de montaña (BMM) son ecosistemas prioritarios para la conservación a nivel nacional ya que albergan una extraordinaria biodiversidad y proveen importantes servicios hidrológicos (Toledo, 2010), además de presentar un elevado nivel de amenaza. La Sierra Madre de Chiapas alberga una de las mayores superficies de BMM del país. En general, los BMM de esta región se encuentran en buena condición de integridad y función; albergan una alta riqueza de especies y son bosques conservados donde la fragmentación es baja y la conectividad alta (Challenger *et al.*, 2010a). En las Montañas del Norte y Los Altos de Chiapas (> 1,500 m de altitud), por el contrario, se encuentran remanentes de BMM de extensión variable (1-100 ha y frecuentemente más pequeñas) en diferentes estados sucesionales (Challenger *et al.*, 2010b) y en una situación de gran fragmentación a consecuencia de siglos de actividad antrópica, que ha provocado la reducción de sus superficies y el número de individuos a niveles críticos para el mantenimiento de poblaciones viables de algunas especies (Ramírez-Marcial *et al.*, 2001).

Adicionalmente, es importante señalar que los bosques de Pino-Encino de Los Altos y de la Sierra Madre de Chiapas pertenecen a la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica que se extiende desde el Istmo de Tehuantepec hasta la parte Norte de Nicaragua (CEAB-ACBPEM-TNC, 2009). La excesiva fragmentación, los altos índices de pobreza y el uso actual insostenible de los recursos de esta región hacen que el estatus de conservación para esta zona sea considerado como “críticamente en peligro” (WWF 2007). La conservación de la conectividad de los bosques de esta región es muy importante por tratarse de hábitat de especies migratorias y residentes amenazadas (ACBPEM, 2008).

Otro ecosistema forestal que merece especial atención debido a sus características particulares son los manglares de la costa de Chiapas que constituyen los bosques más diversos y mejor desarrollados del Pacífico en América (Tovilla *et al.*, 2006). Las amenazas a las que están sometidos los manglares, son también particulares, en este caso, el excesivo crecimiento de la población en la zona costera, la desecación para actividades agropecuarias, la extracción de madera, la sobrepesca, la acuicultura, la extracción de fauna de acompañamiento y la introducción de contaminantes amenazan la estabilidad de este ecosistema (CONABIO, 1998).

Reforzar el sistema estatal de áreas naturales protegidas bajo diferentes mecanismos

El Estado de Chiapas cuenta con 18 áreas naturales protegidas de jurisdicción federal bajo diferentes figuras de protección que en conjunto abarcan un área de 1,168,326 ha (Cuadro 20; esta superficie va a ser ampliada en breve con la creación de una nueva ANP en la Sierra Madre en el área conocida como Cerro Nambiyugua). Además existen 25 áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal que suman una superficie de 167,413 ha.

Según Paz *et al.* (2010f), la superficie de bosque en Chiapas (considerando una cobertura arbórea mínima del 10 %) era en 2009 de 3,516,794.8 ha, esto significa que aproximadamente el 33 % de la superficie forestal del estado se encuentra bajo algún tipo de protección oficial. Sin embargo esta superficie no está equitativamente distribuida en el estado y la mayor superficie protegida a nivel federal se ubica en la zona de la Selva Lacandona y Sierra Madre de Chiapas, quedando marginada toda la zona de los Altos, Norte y Depresión Central. Resalta el hecho de que en los Altos y Montañas del Norte es mínima la superficie de BMM incluida en áreas protegidas, en comparación con otras regiones de Chiapas, siendo estas regiones donde el BMM se encuentra más fragmentado y amenazado.

Resulta primordial, por tanto, reforzar el sistema de áreas naturales protegidas ya existentes enfocándose a mantener la conectividad de los ecosistemas forestales, sobre todo entre las selvas Maya y Zoque, los bosques templados hacia Centroamérica y evitar el deterioro y fragmentación de los BMM, sobre todo en la zona de los Altos y Montañas del Norte. Para ello, además de crear nuevas áreas protegidas por entidades de gobierno existen otras fórmulas como la creación de reservas comunales o privadas como el Programa de Conservación Voluntaria de Tierras de Pronatura Sur que en 2011 abarcaba ya una superficie de 22,871 ha o las áreas certificadas para la conservación por CONANP, que cuentan con gran difusión en estados como Oaxaca y Guerrero, mientras que en Chiapas (con un área de 3889 ha en 2011) todavía falta que se consolide esta forma de protección. Además, el programa de pago por servicios ambientales de CONAFOR, por servicios hidrológicos y conservación de la biodiversidad, proporcionó apoyos para la conservación de 279,684 ha de ecosistemas forestales en el Estado durante el periodo 2007-2011.

Por otra parte, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) permiten el aprovechamiento de recursos forestales no maderables (con estatus de protección), manejo cinegético y otros usos y, a su vez, favorecen la conservación de la cubierta forestal. En Chiapas hay declaradas únicamente 62 UMAs extensivas (en 2011), número muy bajo en comparación con otros estados de la República como Baja California, Sonora, Coahuila o Campeche. La herramienta de las UMAs se encuentra subutilizada en el estado, lo cual constituye una buena oportunidad para su potencialización como actividad REDD+.

Cuadro 20. Áreas naturales protegidas con control federal en Chiapas. Elaboración a partir de información de SEMAHN y CONANP

Áreas naturales protegidas	Municipios	Superficie (ha)
Reservas de la biosfera		
Montes Azules	Ocosingo, Margaritas y Maravilla Tenejapa	331,200
El Triunfo	Acacoyagua, Angel Albino Corzo, La Concordia, Mapastepec, Villa Corzo, Pijijiapan y Siltepec.	119,177
Lacan – tún	Ocosingo	61,874
La Sepultura	Villa Corzo, Villaflores, Jiquipilas, Cintalapa, Arriaga y Tonalá.	167,309
La Encrucijada	Mazatán, Huixtla, Villa Comatitlán, Acapetahua, Mapastepec y Pijijiapan	144,868
Selva El Ocote	Ocozocoautla de Espinosa, Cintalapa de Figueroa, Tecpatan de Mezcalapa y Jiquipilas.	101,288
Volcán Tacaná	Tapachula, Cacahoatan y Unión Juárez	6,378
Parques nacionales		
Lagunas de Montebello	La Independencia y La Trinitaria	7,371
Cañon del Sumidero	Chiapa de Corzo, Chicoasén, Osumacinta, San Fernando, Soyaló, Tuxtla Gutiérrez	21,790
Palenque	Palenque	1 381
Monumentos naturales		
Bonampak	Ocosingo	4357
Yaxchilán	Ocosingo	2621
Áreas de protección de flora y fauna		
Cascadas de Agua Azul	Tumbalá	2, 580
Chan-Kin	Ocosingo	12,185
Naha	Ocosingo	3,847
Metzabok	Ocosingo y Palenque	3,368
Áreas de protección de recursos naturales		
La Frailescana	La Concordia, Ángel Albino Corzo, Villaflores y Jiquipilas.	116,732
Santuarios		
Playa Puerto Arista	Tonalá	60,000

Otra herramienta legal de aprovechamiento de los recursos no maderables de los bosques (cuando se trata de especies no amenazadas) son los permisos de aprovechamiento, que en Chiapas se centran principalmente en palmas, cícadas y resina. El problema de estos permisos es que, aunque al permitir el aprovechamiento de los recursos dan valor al bosque y contribuyen a su conservación, los estudios y análisis que se hacen para concederlos no son muy detallados, por lo que no se puede asegurar que el aprovechamiento sea sustentable.

2.1.5. Manejo forestal sustentable

El manejo sustentable de bosques y selvas con arreglo a un Plan de Manejo Forestal (PMF) para el caso de aprovechamientos maderables permite agregar valor a las áreas forestales al convertirse en fuente de recursos económicos para el propietario o la comunidad. De esta forma se contribuye, además, a evitar el uso inmoderado, la extracción ilegal y a evitar el cambio de uso del suelo hacia tierras agrícolas o pastizal.

En Chiapas, había en 2010 98 PMF vigentes, de los cuales el 80 % del volumen anual aprovechado corresponde al género *Pinus* y menos del 1% a maderas preciosas. Estos datos indican que la mayoría de los PMF se ubican en zonas de bosques templados, quedando las zonas de selva excluidas del aprovechamiento forestal legal.

La certificación forestal (por entidades como el *Forest Stewardship Council*) es otra herramienta útil y complementaria a los PMF para asegurar un manejo de los bosques legal y responsable, social y ambientalmente. Como ejemplo, se puede citar que en el estado únicamente hay registrada una empresa forestal con el FSC (Conjunto Predial Los Ocotonales), aunque hay otros ejidos interesados en entrar en estos procesos de certificación.

El manejo forestal regulado contribuye, sin duda, a disminuir la degradación forestal y a evitar pérdidas de cobertura forestal, además de mejorar la situación económica de las comunidades. De cara a los mercados de carbono, sin embargo, para poder generar un proyecto de carbono enfocado en el manejo forestal es necesario desarrollar una silvicultura centrada en incrementar la biomasa forestal o reducir emisiones, lo que implica hacer estudios adicionales y, posiblemente, implementar actividades que actualmente no consideran los sistemas de ordenamiento forestal más comúnmente usados en México. De hecho, la extracción de madera en Chiapas, es actualmente una actividad fuente de emisiones de CO₂ (Cuadro 19).

2.2. Subsector agrícola

La superficie agrícola en Chiapas reportada en 2009 fue de 1,404,119.23 ha, que emitieron unos 483.9 Gg CO₂e (Jiménez *et al.*, 2010). Según el IEGEI, la mayor parte de las emisiones se deben al N₂O desprendido de suelos agrícolas, principalmente por aplicación de fertilizantes y una menor proporción a las quemadas agrícolas.

A pesar de que las emisiones por N₂O sean muy superiores a las reportadas por quemadas agrícolas, la asociación de éstas con la agricultura itinerante, que desmonta terrenos forestales para su uso agrícola, y el riesgo que supone el que las quemadas se salgan de control y afecten a la vegetación adyacente, hacen que deban considerarse medidas de control sobre esta actividad.

Unido a esto, es urgente en Chiapas la transformación de los modelos tradicionales de producción rural en sistemas más intensivos, que demanden menos superficie y que

permitan el establecimiento de parcelas agrícolas permanentes, productivas y capaces de mantener la fertilidad y estabilidad (evitar erosión) del horizonte superficial edáfico.

Labranza de conservación

Las prácticas agrícolas de labranza de conservación (LCo) incluyen la práctica de labranza cero (conservación de todos los residuos agrícola) y la labranza de conservación propiamente dicha (que consiste en dejar parte de los residuos agrícolas provocando una limitada perturbación al suelo). Estas prácticas han sido utilizadas desde hace muchos años como medidas para evitar la erosión del suelo, reducir la aplicación de fertilizantes e incrementar la productividad (Navarro, 2000; Rojas *et al.*, 2002).

En Chiapas, alrededor del 50 % de la superficie agrícola se cultiva con maíz (698,305.5 ha en 2010), además de ser éste el cultivo asociado normalmente a cambios de uso del suelo de forestal a agrícola. Las prácticas de labranza de conservación resultan promisorias para los mercados de carbono, de hecho se calcula que el cultivo de maíz con labranza de conservación tiene un potencial de captura de COS de alrededor de $0.9 \text{ Mg CO}_2\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ (Eagle *et al.*, 2011).

En algunos trabajos se reporta que la LCo ha mostrado incrementos en el secuestro de COS en comparación con los valores asociados a la labranza convencional (LC), sin embargo, en algunos casos no se han encontrado efectos positivos o incluso se han reportado efectos negativos. Aunque la evidencia experimental es restringida, se observa una tendencia a obtener efectos más positivos en zonas subhúmedas y pocos efectos o efectos negativos en zonas de clima frío o semiárido.

Los casos poco exitosos pueden ser explicados en ocasiones por la respuesta de los suelos a la fertilización con N, donde hay incrementos en las emisiones de N_2O por problemas de aireación, régimen hídrico o historial de prácticas de manejo. La implementación de prácticas de LCo en zonas con problemas de drenaje, poca aireación o alto contenido de arcilla pueden producir altas emisiones de N_2O en los primeros años de su implementación, pero después de un periodo de estabilización (alrededor de 4-6 años), el patrón se revierte. Este tipo de comportamiento varía en función del tipo de fertilizante usado.

En relación a las emisiones de metano asociadas a las prácticas de LCo estas no han sido estudiadas con suficiente detalle, pero se estima que son poco significativas.

En el caso de pequeños propietarios que utilizan el rastrojo del cultivo como alimento del ganado y no disponen de terrenos adicionales, la implementación de esta práctica presentaría una fuerte limitación, a no ser que de manera complementaria se implementasen actividades adicionales de buenas prácticas ganaderas.

Evitado de quemas agrícolas

Las prácticas de quema de residuos agrícolas tienen un gran potencial de mitigación de gases no CO₂, independientemente de que esta práctica está reglamentada en el país. El sistema agrícola de roza-tumba-quema, muy comúnmente empleado en Chiapas, produce emisiones de GEI. Otra práctica es la quema pre-cosecha de la biomasa de la caña de azúcar, por lo que su cosecha en verde permitiría obtener reducciones importantes de GEI.

En Chiapas los tipos de cultivos más comúnmente sometidos a quema son el cacahuate, la caña de azúcar, el frijol, maíz, papa, sorgo, soya y trigo (Jiménez *et al.*, 2010). En las zonas más secas de Chiapas (valles centrales y costa) la quema de residuos agrícolas no es una práctica importante, ya que la mayoría de los productores aprovecha los residuos agrícolas para la alimentación del ganado, sin embargo, en las zonas tropicales y templadas es común quemar los residuos agrícolas con el fin de enriquecer el suelo para la siguiente siembra (Jiménez *et al.*, 2010). La implementación de sistemas de labranza de conservación, sumada a la no quema de residuos, tienen el co-beneficio de reducción de emisiones no CO₂.

Uso de cultivos de cobertera en invierno

El uso de cultivos de cobertera en el invierno, particularmente en cultivos de temporal, incrementa la captura de COS y reduce las emisiones de N₂O por fertilización, ya que al incorporar residuos agrícolas se reducen las necesidades de insumos de N. La factibilidad de esta práctica está en función de la disponibilidad de agua y régimen climático.

Sistemas agroforestales

El uso de plantaciones leñosas asociadas a cultivos agrícolas tiene un alto potencial de captura de carbono en la biomasa viva, pero requiere hacer consideraciones asociadas a la competencia por la luz, agua y nutrientes con los cultivos. Prácticas simples como el uso de cercos vivos o árboles dispersos en cultivos de maíz y frijol en terrenos originalmente de vocación forestal pueden incrementar la captura de carbono, aunque no en la misma proporción que en pastizales (potreros).

En zonas agrícolas, el uso de barreras rompe vientos y zonas arbóreas de amortiguamiento tienen un potencial moderado de contribución en las reducciones estatales de GEI, pero permiten un balance de emisiones mejor en este tipo de usos del suelo. Por otra parte, las zonas de amortiguamiento ribereñas tienen un alto potencial de mitigación, dado el suministro accesible y natural de fuentes de agua subterráneas, además de generar barreras naturales a la contaminación difusa del agua.

Aunque la evidencia experimental es restringida, en principio, las prácticas agroforestales reducen las emisiones de N₂O y metano.

Dentro de los sistemas agroforestales se citan, a continuación, algunos especialmente interesantes para su implementación en el estado:

Cultivos leñosos en rotación de corta duración

La utilización de cultivos leñosos de corta duración (generalmente menor a 20-30 años para no ser considerados como prácticas de forestación) en rotación con cultivos herbáceos permite tasas altas de captura de carbono en la biomasa viva, con incrementos en el COS y bajos impactos en las emisiones de N_2O y NH_4 . Este tipo de práctica puede ser realizado para diferentes usos (leguminosas para alimentación del ganado, biocombustibles, fruticultura, etc.) y genera incentivos económicos mejores en relación a los usos convencionales de tierras degradadas por baja fertilidad del suelo (*e.g.* acahuales).

Cultivos intercalados con árboles frutales/cítricos

El uso de sistemas agrícolas como el MIAF (Maíz Intercalado con Árboles Frutales; Cortés *et al.* 2005) ha mostrado un gran potencial de captura de carbono en el suelo y la biomasa viva, además de incrementar y diversificar los ingresos de los productores rurales de bajos recursos y reducir las pérdidas de erosión de los suelos, especialmente en laderas (Etchevers *et al.*, 2005). Aunque no se han cuantificado las emisiones de N_2O y NH_4 , la reducción de los requerimientos de fertilización, entre otros insumos, hace suponer que estas son mínimas.

La combinación de cultivos anuales con árboles de valor, frutales y cítricos principalmente, permite diversificar la producción agrícola, además de aprovechar los espacios usados por muchos agricultores de subsistencia en México en terrenos escarpados (laderas) en forma sustentable.

Aplicación de material orgánico

La aplicación de material orgánico (principalmente de estiércol del ganado y avícola) tiene el potencial de incrementar la captura de COS, además de reducir los requerimientos de fertilización de N en cultivos agrícolas. Las emisiones de N_2O y NH_4 tienden a ser menores que en los casos de fertilización convencional con fuentes de N, pero no siempre. Para poder evaluar el impacto de la aplicación de material orgánico como sustituto o complemento de la fertilización de los cultivos, es necesario analizar el ciclo de vida del proceso.

El uso de compostas para fertilización alternativa, al cambiar el proceso aeróbico a uno predominantemente anaeróbico, reducen las emisiones de GEI e incrementan la captura de COS.

Al usar material orgánico es necesario evaluar las tasas de aplicación, ya que se tiende a usar más material del requerido, generando eficiencias bajas. Evidentemente el uso de este tipo de fertilización requiere de la existencia de fuentes cercanas de producción, dados los costos de transporte, recolección y aplicación asociados.

Manejo de nitrógeno en la fertilización

En el sector agrícola, las emisiones de N_2O están fuertemente relacionadas con la aplicación de fertilizantes de N inorgánico y orgánico, con el N derivado de leguminosas y otros factores que impactan la disponibilidad de N mineral soluble.

En relación con la tasa de aplicación de fertilizante de N, los estudios han mostrado una relación lineal con las emisiones de N_2O , por lo que el IPCC (tier 1) usa una proporción del 1 % del total del fertilizante de N aplicado, como N_2O perdido hacia la atmosfera. Los estudios experimentales muestran una proporción que va del 0.3 % al 7 %, que es dependiente del tipo de suelo, clima, estación y otros factores. Así, una reducción en las tasas de aplicación de fertilizante de N implica una reducción de emisiones N_2O , lo cual plantea que una buena práctica es usar las tasas requeridas por el cultivo, sin agregar dosis mayores como una especie de seguro, pero sin poner en riesgo la productividad agrícola. Los impactos en la captura de COS de esta práctica son nulos o bajos.

El cambio de fertilizantes basados en amonio a urea, cambiando la fuente de N, permite potencialmente tener una reducción de emisiones de N_2O , aunque estas son dependientes de clima, región y saturación de agua del suelo. El uso de fertilizantes de N de liberación controlada y baja también puede reducir las emisiones de N_2O , sin impacto en la captura de COS.

La colocación del fertilizante sintético cerca de la zona radical permite reducir las emisiones de N_2O , sin efecto en la captura de COS. El tiempo de aplicación de la fertilización, coincidente con la demanda de los cultivos, es también una buena estrategia para reducir las emisiones de N_2O .

El uso de inhibidores de la nitrificación reduce la liberación de N mineral soluble, reduciendo las emisiones de N_2O , particularmente para fuentes de N de urea. En el caso de fuentes de amonio, los resultados son contradictorios. El efecto de esta práctica en la captura de COS es desconocido.

La mejoría en las prácticas de manejo de fertilización con estiércol reducen las emisiones de GEI, ya que una cantidad importante (alrededor del 50 %) de N de esta fuente es liberada a la atmosfera como amonio, nitratos y N_2O . Las prácticas como la aplicación en áreas secas en lugar de húmedas, estiércol sólido en vez de líquido, inhibidores de nitrificación, entre otros, han sido propuestas para la reducción de las emisiones. Sin embargo, el impacto en la captura de COS es desconocido.

Manejo de histosoles

Los histosoles, generalmente asociados a humedales, se caracterizan por tener altos contenidos de materia orgánica. Estos suelos han sido drenados para su uso agrícola,

principalmente, emitiendo grandes cantidades de CO₂ y N₂O; aunque son sumideros de CH₄. Al abandonar el uso agrícola de este tipo de suelos es posible obtener ganancias sustanciales en reducción de emisiones de CO₂, por lo que son muy atractivos para estrategias de intervención. El abandono agrícola no garantiza una reducción de emisiones de GEI, por el desplazamiento de estas actividades a otras áreas, por lo que las buenas prácticas agrícolas mencionadas previamente tienen alto impacto en lograr reducciones importantes. Otros usos del suelo como pastizales, forestación, etc. también pueden reducir en forma importante las emisiones de GEI.

Plantaciones de biocombustibles en áreas degradadas

El tema de los biocombustibles ha cobrado relevancia en Chiapas en los últimos años, sobre todo por el impulso del gobierno estatal a este sector que ha promovido el establecimiento de plantaciones y ha construido 3 plantas de producción de biodiesel. En 2010 ya había en el estado 33,500 ha de palma africana (SIAP, 2011) y unas 10,000 ha de piñón (Valero, 2010).

Las plantaciones de biocombustibles pueden ser una buena estrategia para incrementar los almacenes de carbono en áreas degradadas o zonas de potrero marginales, sin embargo, es necesario desarrollar políticas complementarias a estas medidas que aseguren la seguridad alimentaria.

2.3. Subsector ganadero

En Chiapas, la ganadería ocupa cerca de un tercio de la superficie productiva y es una de las actividades con mayor dinamismo en las últimas décadas (Jiménez *et al.*, 2010). Históricamente esta actividad se basa en un modelo extensivo que tiene fuerte impacto ecológico y, como se ha visto, es una de las principales causas directas de deforestación. Según el Programa de Ordenamiento Territorial de Chiapas (PEOT, 2005), de las 84,739 unidades de producción rural de bovinos reportadas casi el 90 % fueron unidades ganaderas extensivas. Esta situación genera una gran oportunidad de liberar áreas dedicadas a la ganadería para otros usos que contengan mayores densidades de carbono.

Por otra parte, la actividad ganadera se ha extendido en el estado hacia áreas que presentan fuertes limitaciones para la actividad pecuaria, como son las regiones de la Sierra Madre, Altos y Montañas del Norte (Jiménez, *et al.*, 2010). El manejo ganadero en estas regiones de montaña consiste en un sistema trashumante entre el bosque, las áreas de acahual y rastrojales de maíz (Jiménez *et al.*, sin publicar). En la época seca, donde la oferta de biomasa es restringida, el ganado aprovecha los residuos de la cosecha (rastrojo) de la milpa y cuando dan inicio las actividades agrícolas (mayo-junio), los animales son trasladados al bosque para el aprovechamiento de los pastos naturales y el sotobosque, permaneciendo hasta noviembre o diciembre. Este sistema se caracteriza por su rusticidad, casi no se emplean insumos externos para alimentar el ganado y, en general, las condiciones físicas de los animales suelen ser malas, por lo que la productividad es muy baja.

La falta de inversión y la escasa tecnología utilizada propicia la sobreexplotación de los recursos y genera escasa productividad, dejando pocos beneficios a los productores. La implementación de prácticas ganaderas sustentables que incrementen la productividad y permitan mejorar los balances de emisiones es, por tanto, una buena estrategia también para incrementar los almacenes de carbono en las áreas ganaderas.

Manejo de tierras de agostadero

En las actividades ganaderas, el consumo de los nutrientes disponibles en las plantas es retornado vía excretas al suelo, dejando un balance nutrimental ambiental razonable, que potencialmente puede generar incrementos del COS. Bajo condiciones de sobrepastoreo este balance es roto y el COS se reduce. En lo general, el manejo de la intensidad y frecuencia (tiempo) del pastoreo en el agostadero a través de prácticas que acoplen la disponibilidad de alimento (oferta) con la demanda alimenticia del hato ganadero resultan en incrementos en la captura de COS, aunque esta captura es dependiente del régimen de precipitación, principalmente.

Un factor crítico en el manejo ganadero está asociado a los periodos de sequías, donde se presentan los mayores efectos en los incrementos o reducción del COS. La práctica de ajustar la carga animal en estas condiciones puede traducirse en el mantenimiento o incrementos del COS, de otra manera en esta situación se puede perder lo ganado.

Pastoreo rotacional

La práctica del pastoreo continuo (el ganado permanece en el mismo lugar todo el año) está extendida en México, por lo que un cambio a un pastoreo rotacional (distribución del ganado en espacio, *e.g.* potreros) permite obtener incrementos en la captura del COS. El pastoreo rotacional permite reducir el estrés en la vegetación, dejando periodos de descanso para su rebrote y manteniéndola en un estado vegetativo relativamente estable, con bajos contenidos de lignina que a su vez pueden reducir las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado. Esta práctica tiene alto potencial, pero está limitada por el tamaño de los predios ganaderos, los cuales suelen ser de bajas dimensiones (1-3 has en promedio).

Prácticas silvopastoriles

En los potreros ubicados en áreas de bosques y selvas de México existe un gran potencial de captura de carbono en la biomasa viva y en el suelo, producto de la adopción de prácticas silvopastoriles (agregar especies leñosas en los pastos). Ejemplos de estas prácticas son los arboles dispersos o cercos vivos en potreros. En lo particular, los cercos vivos tienen un gran potencial de implementación en propiedades pequeñas, donde no se dispone de espacio suficiente para dedicar un espacio exclusivo a la alimentación del ganado.

Sistemas silvopastoriles intensivos

El sistemas silvopastoril intensivo (SSPi) es una modalidad de agroforestería pecuaria de producción de alta calidad y amigable con el medio ambiente que se caracteriza por tener altas densidades en arbustos forrajeros como la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) y otros como el Yaite (*Gliricidia sepium*) y Caulote (*Guazuma Ulmifolia*) establecidos a una densidad de más de 10 mil plantas por hectárea y asociados a pastos mejorados de alta producción de biomasa y árboles maderables nativos o introducidos bajo modelos de pastoreo rotacional intensivo con cercas eléctricas y oferta de agua de abrevadero siempre, lo cual permiten alcanzar cargas animales y alta producción natural de leche y carne (Velasco, 2010)

Bancos de proteínas

El cultivo de una o varias plantas forrajeras arbustivas a altas densidades, en áreas pequeñas áreas puede proveer de forraje de alta calidad (alto contenido de proteína y buena digestibilidad) y abundante oferta de materia seca. Los bancos de proteínas son una excelente estrategia para intensificar los sistemas de carne y leche y liberar tierra para otros fines (Jiménez, *et al.*, 2010)

Pastoreo en plantaciones y huertos

El pastoreo de ovinos y /o bovinos en plantaciones forestales y huertos frutícolas permite el aprovechamiento del forraje de piso, residuos agrícolas y control de malezas. Esta estrategia es muy adecuada para compatibilizar diferentes sistemas productivos, cuando no se dispone de mucho terreno y para liberar tierra dedicada al ganado para otros fines. La precaución que hay que tener es la protección de la regeneración natural o reforestación para que no sea consumida por los animales (Jiménez *et al.*, 2010).

2.4. Potenciales de reducción de emisiones o captura de carbono en el sector agropecuario

Para tener una perspectiva más amplia de las oportunidades de reducción de emisiones de GEI en el sector agropecuario se presentan los factores de emisión disponibles con mayor certidumbre, producto de la revisión de literatura generada en los EUA y otras partes del mundo, de diferentes actividades (Cuadro 21; Eagle *et al.*, 2011):

Cuadro 21. Potencial de reducción de emisiones y captura de COS, mayor certidumbre. Fuente: Eagle *et al.* 2011

Actividad	Carbono Suelo (t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)			Emisiones no CO ₂ (N ₂ O y CH ₄ , t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)			Impacto Directo (t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	
Labranza convencional a labranza cero	1.08	2.60	-0.26	-0.18	0.72	-0.91	0.90

Labranza convencional a labranza de conservación	0.91	1.82	0.00	0.07	0.38	0.00	0.98
Eliminación del descanso de verano	0.48	2.35	-0.88	-0.03	0.16	-0.30	0.45
Uso de cultivos de cobertera de invierno	0.84	3.24	0.37	0.20	1.05	0.00	1.03
Diversificación de rotación de cultivos anuales	0.58	3.01	-2.50	0.07	0.33	-0.04	0.65
Inclusión de cultivos perennes en rotaciones	0.57	2.20	-1.75	0.03	0.55	-0.55	0.59
Cambio de cultivos anuales a perennes	2.26	4.67	0.00	0.12	0.84	-0.55	2.38
Aplicación de materiales orgánicos (especialmente estiércol)	2.19	5.10	0.18	0.19	1.81	-1.35	2.38
Reducción del uso de químicos (otros que N)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reducción de tasas de aplicación de fertilizantes N	0.00	0.00	0.00	0.38	1.32	0.14	0.38
Cambio de fertilización fuentes de N a baja liberación	0.00	0.00	0.00	0.46	1.43	0.00	0.46
Uso de inhibidores de nitrificación	0.00	0.00	0.00	1.01	2.23	0.00	1.01
Manejo del manejo de estiércol (N ₂ O)		sin datos		0.89	1.22	0.37	0.89
Manejo de agua en arroz CH ₄	0.00	0.00	0.00	1.56	5.22	-0.88	1.56
Desarrollo de variedades de arroz para CH ₄	0.00	0.00	0.00	1.17	2.71	0.00	1.17
Reducción del área de arroz		sin datos		4.82	10.26	2.32	4.82
Manejo ganadero mejorado, agostadero	0.93	4.99	-0.10	0.28	0.31	0.27	1.22
Manejo ganadero mejorado, pasturas	2.71	5.86	0.55	0.28	0.31	0.27	2.99
Manejo de la composición de especies en tierras de pastizales	2.44	4.84	0.18	-0.94	sin rango		1.50
Cambio de uso del suelo de cultivos a pastizales	2.92	4.70	0.00	1.00	4.96	-0.70	3.92
Retiro de uso del suelo agrícola o zonas de amortiguamiento herbáceas	2.49	4.74	-0.15	1.41	5.06	0.36	3.91
Restauración de humedales	3.71	7.70	0.45	-1.35	0.00	-2.70	2.36

En el cuadro 22 se presentan estimaciones realizadas con menor certidumbre (Eagle *et al.*, 2011).

Cuadro 22. Potencial de reducción de emisiones y captura de COS, menor certidumbre. Fuente: Eagle *et al.*, 2011

Actividad	Carbono Suelo (t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)			Emisiones no CO ₂ (N ₂ O and CH ₄ , t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)			Impacto Directo (t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	
Cultivos leñosos de corta duración	2.60	10.63	0.00	0.76	1.52	0.00	3.36
Agroforestería (cortinas rompevientos, zonas de amortiguamiento, etc.)	2.71	4.23	0.84	0.76	1.52	0.00	3.47
Aplicación de biochar	3.37	8.92	0.13	1.14	2.93	0.82	4.51
Conversión de tierras de secano a irrigadas	1.46	4.77	1.14	-0.42	-0.05	-1.05	1.04
Mejora de sistemas de riegos (goteo, aspersión, etc.)	0.34	0.42	0.26	0.66	0.94	0.14	1.00
Manejo de suelos histosoles (orgánicos) para reducir emisiones GEI	5.29	15.03	2.75	11.17	28.18	2.23	16.45
Conversión de cultivos en suelos histosoles (orgánicos) a vegetación natural	28.48	73.33	2.20	6.80	12.10	1.50	35.28
Cambio de fertilización de fuente N a NH ₄ -basada en urea	0.00	0.00	0.00	0.42	2.80	-0.48	0.42
Cambio en la localización de la fertilización de N	0.00	0.00	0.00	0.33	0.47	0.12	0.33
Cambio en la aplicación temporal de fertilización de N	0.00	0.00	0.00	0.35	0.52	0.01	0.35
Pastoreo rotacional, agostadero	0.00	0.00	0.00		sin datos		
Pastoreo rotacional, pasturas	1.45	2.90	-0.05	-0.82	0.05	-1.70	0.63
Fertilización de tierras de pastizales	1.05	5.86	0.37	-0.75	-0.60	-0.89	0.30
Riego en tierras de pastizales	1.04	1.83	0.00	-0.42	-0.05	-1.05	0.62
Retiro de tierras de pastura	0.32	5.39	-3.37		sin datos		0.32

Adicionalmente, algunas estimaciones del potencial de reducción de emisiones generadas en México son las siguientes:

- Manejo de vida silvestre: 0.9 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Aguillón *et al.*, 2009)

- Maíz con labranza cero: 0.88 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Aguillón *et al.*, 2009)
- Cultivo de maíz intercalado con árboles frutales: 5.87 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (J. Etchevers, COLPOS, 2011, comunicación personal)
- Cosecha en verde de caña de azúcar: 0.911 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Maldonado y Paz, 2011; no publicado) – Promedio nacional ajustado por producción de biomasa del cultivo
- No quema de residuos agrícolas en maíz: 0.828 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Maldonado y Paz, 2011; no publicado) – Promedio nacional ajustado por producción de biomasa del cultivo
- Actividades establecimiento de plantaciones bio-energéticas en tierras agrícolas o pastizales abandonados:
 - Etanol de caña: 11.2 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Aguillón *et al.*, 2009)
 - Etanol de sorgo: 1.59 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Aguillón *et al.*, 2009)
 - Biodiesel de palma: 12.0 t CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Aguillón *et al.*, 2009)
 - Productividad de madera para energía (Cuadro 23; Ghilardi, 2008):

Cuadro 23. Productividad de madera para energía. Fuente: Ghilardi, 2008

Tipo de cobertura Vegetal	Árboles vivos DAP ^y <30cm + MM ^z (t CO ₂ ha ⁻¹ año ⁻¹)
Bosque primario coníferas	3.85
Bosque secundario coníferas	3.12
Bosque primario coníferas y latifoliadas	4.40
Bosque secundario coníferas y latifoliadas	3.67
Bosque primario latifoliadas	4.77
Bosque secundario latifoliadas	4.22
Manglar	9.36
Manglar secundario	8.81
Selva alta y mediana primaria	5.69
Selva alta y mediana secundaria	5.14
Selva baja primaria	2.75
Selva baja secundaria	2.20
Matorral y Mezquital Primario	2.94
Matorral y Mezquital Secundario	2.39
Agricultura y Pastizal	1.38

^y DAP = Diámetro a Altura de Pecho (1.3 m)

^z MM = Madera Muerta

3. EVALUACIÓN DEL MARCO INICIAL PARA EL DESARROLLO DE UN ESCENARIO DE REFERENCIA Y UN MRV A NIVEL ESTATAL.

En este apartado se evalúan los requerimientos para el desarrollo de escenarios de referencia y MRV para el Estado de Chiapas, enfocándose primariamente a los mercados obligatorios o de compromiso de la CMNUCC. El caso de los mercados voluntarios

(Estrada, 2011) será discutido en la Fase B del proyecto.

3.1. Estándares y metodologías de los mercados de compromiso o regulados

En términos generales, existen diferentes estándares que involucran actividades relacionadas al sector agrícola, forestal y otros usos de suelo (ASOUS). Cada uno de ellos tiene el propósito de asegurar, en menor o mayor medida, el que las compensaciones generadas con la implementación de un proyecto de mitigación de GEI sean reales, adicionales y permanentes. Por ello es necesario definir algunos de los conceptos que son clave para entender sus requerimientos básicos:

Línea Base o escenario de referencia: Es el escenario de emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) que más probablemente ocurrirá en ausencia del proyecto de mitigación propuesto.

Adicionalidad: El estándar seleccionado debe mostrar que la remoción neta de GEI no hubiese ocurrido sin el financiamiento de un proyecto de mitigación, debido a que sin este apoyo no se hubiesen podido vencer, por ejemplo, barreras de tipo económicas y/o políticas para su ejecución. El uso del término de adicionalidad llega a causar confusión en ocasiones, cuando se refieren a ella como un beneficio extra de tipo ambiental (por la reducción de emisiones de GEI o aumento en captura de carbono), el cual no se generaría sin la existencia del proyecto de mitigación.

Permanencia: Duración mínima de los proyectos de mitigación que asegura la remoción real de los GEIs. Por ejemplo, en los proyectos forestales siempre existe el riesgo de que el bióxido de carbono (CO₂) que es removido de la atmósfera con el proyecto y almacenado como carbono en biomasa, suelo y/o en la materia orgánica en descomposición, sea nuevamente liberado por el impacto de incendios, plagas, sobre-explotación de madera, etc. Por ello, el estándar debe considerar algún tipo de mecanismo que prevenga/compense este riesgo (e.g. a través de seguros de riesgo, créditos temporales, reservas financieras, entre otros).

Fugas: Pérdida de los beneficios netos de mitigación del proyecto, por un desplazamiento de las emisiones de GEI fuera de sus límites espaciales.

Validación: La metodología deberá ser suficientemente robusta para que un agente experto, ajeno al proyecto, le confiera validez al diseño general del proyecto, en cuanto al enfoque general, metodologías y los resultados positivos/negativos esperados por su implementación.

Monitoreo: Se refiere al registro periódico de la reducción real de las emisiones alcanzadas con la implementación del proyecto, a través de la estimación directa/indirecta de cambios en el contenido de carbono de los almacenes seleccionados.

Verificación: Auditoría que realiza un experto externo (por lo general, diferente al auditor que realiza la validación) de los logros reportados en el monitoreo, así como el apego del proyecto a los lineamientos establecidos en su diseño inicial.

Por último, se busca que, en lo posible, los estándares cuenten con algún tipo de herramienta que permita evaluar en qué medida la implementación del proyecto generará beneficios para el desarrollo sustentable de las personas/comunidades participantes en el proyecto. En caso de que no lo incluyan, es deseable que propongan su combinación con otros estándares, de manera que se cumplan las salvaguardas sociales y ambientales establecidas por el país anfitrión del proyecto.

Existen varios tipos de estándares dentro de los sistemas regulados por regímenes obligatorios de reducción de GEI. Sin embargo, sólo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), perteneciente al Protocolo de Kioto, incluye entre sus actividades compensatorias al sector agrícola, forestal y otros usos de suelo de países en vías de desarrollo. El Protocolo requiere que la cuantificación y reporte de la mitigación de GEI en todos los usos de suelo considerados, sean congruentes con las guías provistas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para el cálculo de las emisiones por fuentes y remociones por sumideros.

Sin importar la versión de las guías del IPCC (1997, 2003), todas ellas coinciden en que la estimación de las emisiones de GEI requiere de cinco consideraciones generales: 1) transparencia (los métodos a emplear son claros y se pueden reproducir), 2) consistencia (los métodos empleados son los mismo o similares, empleados repetidamente en el tiempo), 3) comparabilidad (los países usan definiciones similares sobre los usos de la tierra y los almacenes o reservorios de carbono), 4) suficiencia (todas las categorías clave de gases de efecto invernadero son incluidas), y 5) exactitud (las incertidumbres de las estimaciones son documentadas). Estas guías orientan la estructuración de sistemas MRV (Medición/Monitoreo, Reporte y Verificación) asociados a las comunicaciones nacionales.

En el caso de los proyectos MDL (CDM EB55/01), los criterios asociados a los MRV son: 1) transparencia (la información es reportada en una forma que permita la validación y verificación independiente); 2) consistencia (la misma metodología es aplicada en diferentes periodos de tiempo y a proyectos similares en el mundo); 3) enfoque conservador (las hipótesis usadas aseguran que las emisiones de GEI no están sobrestimadas); 4) completez (todos los sumideros y fuentes de GEI están considerados o ignorados en forma conservadora); 5) precisión (se reduce el sesgo y la incertidumbre tanto como sea práctico); y, 6) relevancia (toda la información necesaria para estimar las reducciones de emisiones está reportada).

En cuanto a los proyectos de mitigación del MDL que se pueden desarrollar en el sector ASOUS, las metodologías sólo incluyen actividades enfocadas a la reconversión o enriquecimiento de usos de suelos no forestales, como la forestación y reforestación (A/R, por sus siglas en inglés). En el caso de un proyecto de forestación, el MDL requiere que los solicitantes demuestren (mediante imágenes satelitales, fotografías aéreas, etc.), que la

cobertura vegetal en el paisaje se haya mantenido por debajo del límite considerado por el país anfitrión en su definición de bosque, por al menos 50 años antes del inicio del proyecto. En cambio, en el caso de un proyecto de reforestación, los solicitantes deberán demostrar esta ausencia de cobertura forestal en el paisaje a partir del 31 de diciembre de 1989. A reserva de los requerimientos técnicos específicos de cada tipo de actividad, la CMNUCC establece que la aprobación de un proyecto MDL está supeditada a demostrar que sin la implementación de un proyecto de mitigación, la vegetación en el paisaje no se convertirá en bosque. También, que los cambios de los contenidos de carbono en los almacenes no considerados en el proyecto serán relativamente menores.

Respecto a la evaluación de la adicionalidad, el MDL utiliza herramientas propias avaladas por la CMNUCC. De manera general, la evaluación considera tres etapas: a) identificación de aquellas actividades que son alternativas reales al proyecto que se desea implementar (acordes con las regulaciones y leyes locales); b) análisis de inversión para determinar qué tan atractivas, económica o financieramente, son las actividades propuestas en el proyecto o, en su lugar, se puede hacer un análisis de barreras para determinar cuáles serían los impedimentos a los que se enfrentarán las actividades propuestas; c) mediante un análisis de difusión, definir qué tan comunes son las actividades propuestas.

Dependiendo de la cantidad de toneladas de GEI a mitigar, las metodologías se dividen conforme a proyectos de gran escala y proyectos de pequeña escala. Si bien las metodologías para proyectos de pequeña escala son más sencillas de implementar y monitorear, la característica principal de éstas es que la remoción neta de GEI de origen antropogénico, debe ser menor a las 16 mil toneladas de CO₂ por año. Además, se requiere que los proyectos de pequeña escala sean desarrollados por comunidades o individuos de escasos recursos, conforme a la definición del país anfitrión.

Con el fin de determinar el número de certificados de reducción de emisiones que podrán ser considerados en un proyecto MDL, la CMNUCC provee cerca de 20 metodologías específicas a actividades de forestación y reforestación y actividades agropecuarias específicas (Cuadro 24). Sin embargo, estas metodologías se van revisando o incluso generando, conforme nuevos proyectos son requeridos y aprobados por la CMNUCC.

La validación y la verificación la hacen expertos ajenos al proyecto que, en este caso, se conoce como Entidad Operacional Designada (DOE por sus siglas en inglés). El DOE es quien valida el proyecto antes de su implementación, además de ser quien verifica y certifica la reducción de emisiones de GEI una vez que se ejecuta el proyecto.

Aunque uno de los objetivos a alcanzar en un proyecto de mitigación de carbono forestal con MDL es promover el desarrollo sustentable en el país anfitrión, este estándar no provee de guías claras sobre la evaluación de este fin.

Finalmente, los proyectos MDL forestal producen créditos comercializables por tonelada de bióxido de carbono equivalente, llamados Certificados de Reducción de Emisiones Certificada (CERs por sus siglas en inglés). Cuando los créditos generados en los proyectos

A/R se expiden por periodo de compromiso (cada cinco años), se conocen como certificados de reducción de emisiones temporales o tCERs. Pero si se acreditan periodos de 20 años (con oportunidad de renovarse por otros 20 años más) o de 30 años (sin oportunidad de renovarse), entonces se conocen como certificados de reducción de emisiones de largo plazo o ICERs (Pearson *et al.*, 2006).

Cuadro 24. Tipos de proyectos que incluyen actividades de forestación y reforestación dentro del estándar de certificación oficial del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Clave	Tipo de proyecto
Proyecto de gran escala, Forestación/Reforestación	
AR-AM0002	Restauración de tierras degradadas con Forestación / Reforestación
AR-AM0004	Forestación / Reforestación de tierras degradadas bajo uso agrícola
AR-AM0005	Forestación/Reforestación para fines comerciales y/o industriales en pastizales degradados
AR-AM0006	Forestación/Reforestación de tierras degradadas con potencial para cultivos con árboles intercalados
AR-AM0007	Forestación/Reforestación en tierras agrícolas o en pastizales
AR-AM-0009	Forestación/Reforestación, permitiendo actividades silvopastoriles, en pastizales degradados
AR-AM0010	Forestación/Reforestación en pastizales sin manejo o en áreas de reserva/protegidas
AR-AM0011	Forestación/Reforestación en tierras sujetas a agricultura con policultivos
AR-ACM0001	Forestación/Reforestación de tierras degradadas
AR-ACM0002	Forestación/Reforestación de tierras degradadas sin desplazamiento de actividades previas en el sitio
Sectores Ganadero/Agrícola	
AM0073	Reducción de emisiones de GEI mediante colección y tratamiento de estiércol en una planta central
ACM0010	Reducción de emisiones de GEI mediante sistemas de manejo de estiércol
Generación de energía removable	
AM0042	Generación de electricidad conectada en celdas a partir de biomasa proveniente de nuevas plantaciones
Proyectos de pequeña escala, Forestación/Reforestación	
AR-AMS0001	Forestación/Reforestación de pastizales o tierras agrícolas con limitado desplazamiento de actividades previas en el sitio
AR-AMS0002	Forestación/Reforestación de tierras con asentamientos humanos
AR-AMS0003	Forestación/Reforestación de humedales
AR-AMS0004	Forestación/Reforestación de tierras para actividades agroforestales
AR-AMS0005	Forestación/Reforestación de tierras con bajo potencial inherente para soportar biomasa viva
AR-AMS0006	Forestación/Reforestación de tierras degradadas para actividades silvopastoriles
AR-AMS0007	Forestación/Reforestación de tierras agrícolas o pastizales degradados
Sector Ganadero/Agrícola	
AMS-III.D	Reducción de emisiones de GEI mediante sistemas de manejo de estiércol animal
ACS-III.R.	Reducción de emisiones de GEI mediante la recuperación de metano en actividades agrícolas a pequeña escala y desplazamiento de fuentes de GEI más intensivas
AMS-II.F	Reducción de emisiones de GEI mediante el uso eficiente de energía y la sustitución de combustibles en actividades/instalaciones agrícolas
AMS-III.A	Compensación de emisiones de GEI asociadas al uso de nitrógeno sintético dentro de áreas de cultivo con suelos ácidos, mediante la aplicación de inoculantes en rotaciones de cultivos de leguminosas-pastos
AMS-III.AU	Reducción de emisiones de metano por ajuste de prácticas de manejo de agua en cultivos de arroz

3.2. Elementos básicos constitutivos del MRV y escenarios de referencia de REDD+

Definición de bosque

Hablar de REDD+ implica contar con una definición de la clase de uso de suelo “bosque”. En el MDL, asociado al denominado Acuerdo de Marruecos (COP 9) se establecieron límites para la definición de bosque, donde cada país puede adoptar su propio criterio de acuerdo a sus circunstancias:

- Área mínima de suelo (terreno) de 0.05-1.0 has
- Cobertura del dosel arbóreo (o nivel equivalente del almacén) de más de 10-30 %
- Árboles con el potencial de alcanzar una altura mínima de 2-5 m en la madurez
- Un bosque puede consistir en formaciones boscosas cerradas donde la vegetación de varios estratos y del estrato inferior representan una alta proporción de cobertura del terreno o en bosques abiertos.
- Los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones que todavía pueden alcanzar una densidad de copas de 10-30 % o una altura de 2-5 m están incluidos como bosques
- En la definición de bosques también se incluyen áreas formando parte del área forestal que ha sido temporalmente desprovista de almacenes como resultado de la intervención humana, tal como la cosecha forestal, o por causas naturales, pero que se espera se vuelvan a convertir en bosques más adelante.

Independientemente de la dificultad de diferenciar bosques de plantaciones (o cultivos bajo sombra de bosque) en términos de sensores remotos, el acuerdo establece dos parámetros básicos para la definición de bosque: cobertura aérea y altura. En términos de sensores remotos, la cobertura aérea es susceptible de medirse con sensores pasivos y la altura con sensores activos; aunque hay evidencia de que los sensores pasivos u ópticos pueden usarse en forma confiable para determinar la altura.

En forma provisional, el grupo de trabajo nacional asociado a REDD+ (grupo que después se transformó en el CTC-REDD+) discutió la posible definición de bosque para México y adoptó el criterio de: área mínima de 1 ha, cobertura aérea mínima del 10 % y altura a madurez de las plantas leñosas de 2 m (CONAFOR, 2010a). Esta definición de bosque agrega entre 20 y 30 millones de has adicionales a las clasificadas por el INEGI como bosques o selvas. La definición adoptada fue planteada como un mecanismo para integrar los intereses sectoriales de la CONAFOR y la SAGARPA, en una zona de transición de bosques/selvas a pastizales/cultivos agrícolas.

Para fines de reporte de México ante la FAO, la definición de bosque adoptada es de una cobertura aérea mínima del 30 % y una altura mínima a madurez de 4 m. Esto está ligado, débilmente, a la información disponible de los mapas de uso del suelo del INEGI. Es importante señalar que la clasificación taxonómica de los usos del suelo del INEGI no tiene una categorización relacionada en forma robusta con atributos de la vegetación (altura y

cobertura aérea), por lo que hay cierto nivel de arbitrariedad en la asignación de una clase de uso del suelo al concepto de bosque.

Definición de deforestación y degradación para REDD+

La deforestación implica el cambio de la categoría de uso del suelo bosque a no bosque (áreas urbanas, pastizales, cultivos agrícolas, etc.), donde el umbral de esta transición está asociado a los elementos de definición de bosque discutidos previamente.

Usando el enfoque del IPCC (1997, 2003) del reporte del INEGI para el sector ASOUS (de Jong *et al.*, 2009), los datos de actividad (áreas de uso del suelo) permitirían la estimación de la deforestación en forma relativamente confiable usando sensores remotos y calibrando con información de campo. En términos de factores de emisión (densidades de carbono de los usos del suelo), la categoría no bosque permitiría una estimación del carbono perdido en este cambio de uso del suelo. El carbono total es el producto de los datos de actividad por los factores de emisión.

En el caso de la degradación forestal (cambio en los almacenes de carbono de un bosque, sin sobrepasar el umbral a no bosque), no hay consenso sobre su definición, pero si un criterio más o menos universal de que la degradación es la pérdida de carbono asociada a la intervención humana o causas naturales (incendios, huracanes, etc.) dentro del límite de la definición de bosque. Así, si se adopta el criterio de uso de carbono, la discusión de deforestación y degradación se vuelve más rigurosa y confiable; aunque depende de niveles de información más estrictos. Bajo esta perspectiva (carbono, dentro de alguna definición de bosque), el desarrollo de escenarios de referencia e implementación del MRV se haría usando la métrica carbono (densidad de carbono x superficie). El umbral de la transición bosque-no bosque asociado a la cobertura aérea o altura, se traduciría a una densidad de carbono específica para las subclases de uso del suelo bosque.

Para entender las implicaciones de la definición de bosque en la deforestación y degradación forestal, la Figura 15 (Paz, 2010c) muestra un diagrama conceptual para el caso de diferentes valores umbrales de la cobertura aérea, dejando fija la altura (2-5 m).

La Figura 15 muestra que el utilizar un umbral bajo para la cobertura aérea (punto B₃) puede ocasionar una pérdida importante de carbono en la categoría bosque, por lo que sólo considerar la deforestación en REDD+ tiene el riesgo de permitir incrementos y no reducciones de la emisiones de GEI. El poner un umbral alto (punto B₁) en la definición de bosque reduce las pérdidas de carbono asociadas a la deforestación, pero también reduce la posibilidad de un manejo sustentable del bosque (cortas). Al incluir la degradación, todas las trayectorias entre el punto A y B (cualquiera que sea el umbral elegido) son incluidas en REDD+.

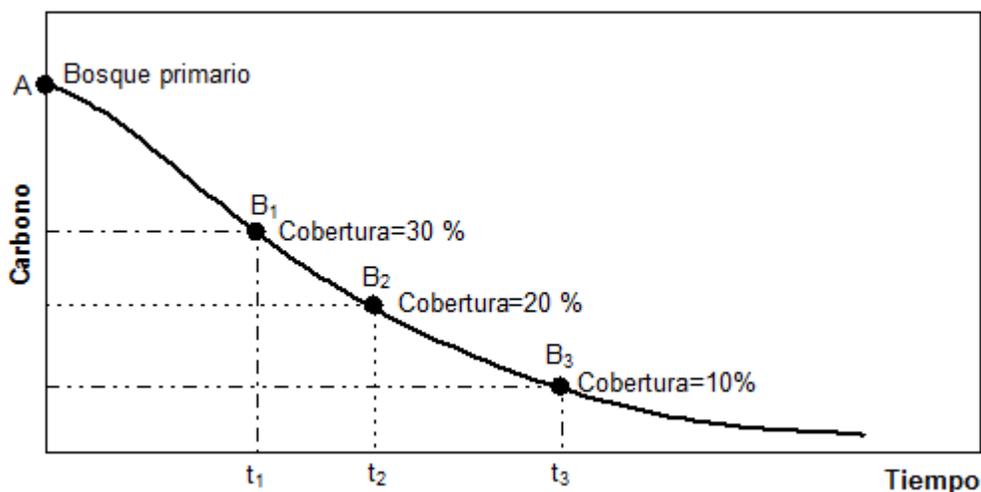


Figura 15. Concepto de deforestación y degradación forestal en términos de carbono y cobertura aérea, dejando fija la altura (2-5 m) (Fuente: Paz, 2010c)

El impacto de la definición del umbral de bosque es dependiente de cada categoría de bosque y se manifiesta en la pendiente de pérdida de carbono por degradación. Así, curvas como la de la Figura 15 deberán ser elaboradas a nivel de región para poder evaluar los impactos de la definición de bosque.

El uso de criterios como cobertura aérea y altura plantea problemas importantes en relación a su interpretación y liga al MRV. Por ejemplo, fuera del caso de bosques coetáneos y monoespecíficos, en las selvas la altura puede interpretarse de varias maneras: altura del estrato dominante, altura promedio de los árboles, promedio ponderado de altura por carbono, etc. Algo similar puede plantearse para el caso de la cobertura aérea de las copas (con o sin traslape). Como contexto, los sensores remotos (pasivos) miden la reflectancia espectral a nivel de un píxel, en términos de promedios radiativamente equivalentes (esto es, promedios ponderados por propiedades ópticas – principalmente follaje fotosintético) y no aritméticos (Paz *et al.*, 2007). Esto significa que hay un número infinito de combinaciones de la composición de árboles en un bosque que tendrían el mismo resultado en relación a las observaciones satelitales. Algunas de estas combinaciones pueden contener más o menos carbono que otras.

De la discusión previa, para evitar los problemas asociados a las definiciones de bosque y degradación y, en concordancia con los lineamientos y buenas prácticas del IPCC (1997,2003), el MRV debería estar orientado a balances (así se incorpora en forma implícita la degradación y regeneración; esto es, balances netos), permitiendo su integración y armonización a los IEGEI e INEGEI para el sector ASOUS.

3.3. Bases de datos de factores de emisión disponibles en Chiapas

Bajo la perspectiva de considerar, como primera aproximación, sólo los almacenes de biomasa aérea y suelo, se revisa la información histórica existente en el Estado de Chiapas (Paz, 2009b), ver Anexo 3.

Biomasa aérea viva

La Figura 16 muestra la distribución espacial del inventario forestal (INFORES) realizado en el periodo 1992-1994 por la extinta SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). Los puntos mostrados en la Figura 16 corresponden a conglomerados (432) compuestos por 3 sitios circulares de muestreo de 1,000 m², dispuestos en forma de L. La base de datos tiene información de altura, DAP, etc. a nivel de árbol.

La Figura 17 muestra la distribución de los conglomerados de muestreo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de la CONAFOR, ejecutado durante el periodo 2004-2007. Cada conglomerado (893) tiene 4 sitios de muestreo de 400 m², dispuestos en forma de Y invertida, donde en cada sitio se toman mediciones de altura, DAP, etc. a nivel de árbol.

Suelos

La Figura 18 muestra la distribución de los sitios de perfiles de suelo levantados por el INEGI en el periodo 1982-2008. De los 245 perfiles disponibles, 171 corresponden al periodo 1982-1999 y 74 al periodo 2000-2008 (Figura 19).

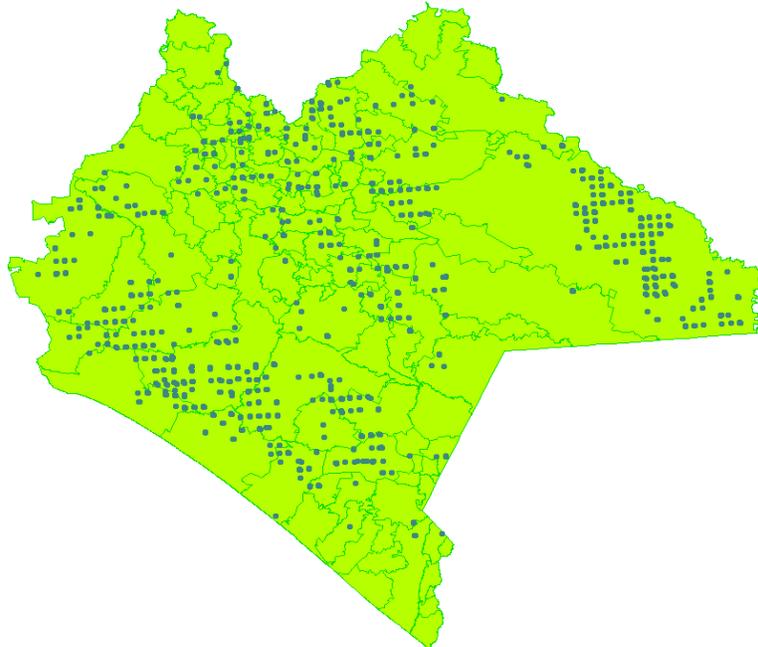


Figura 16. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFORES (1992-1994). Fuente: SARH

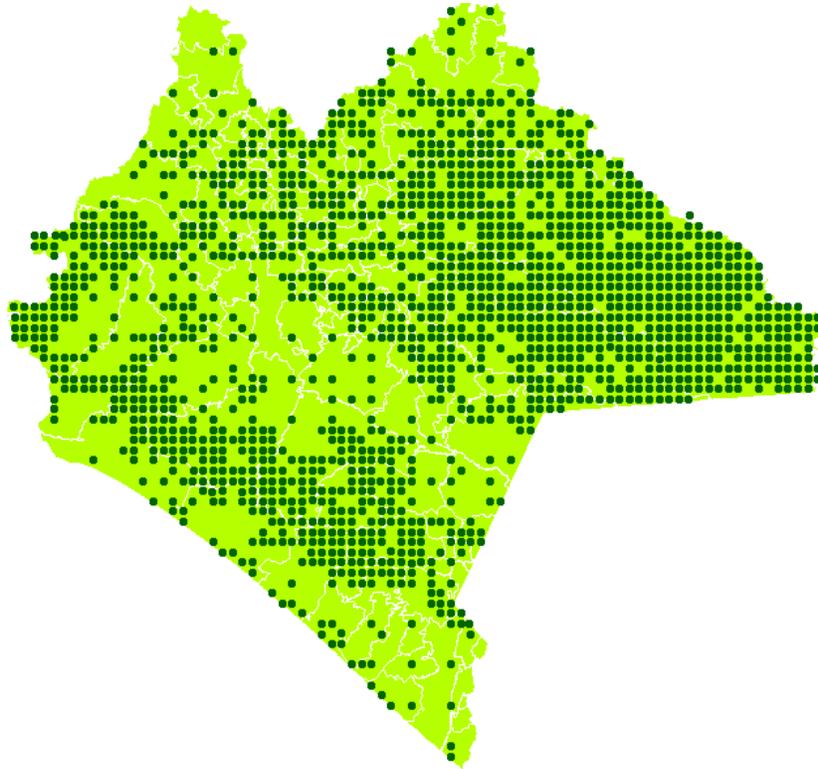


Figura 17. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFyS (2004-2007). Fuente: CONAFOR

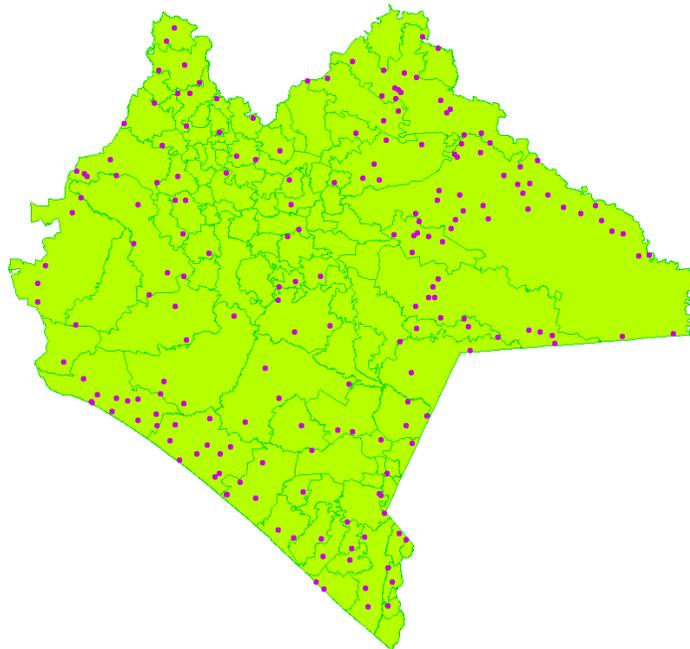


Figura 18. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008). Fuente: INEGI-COLPOS

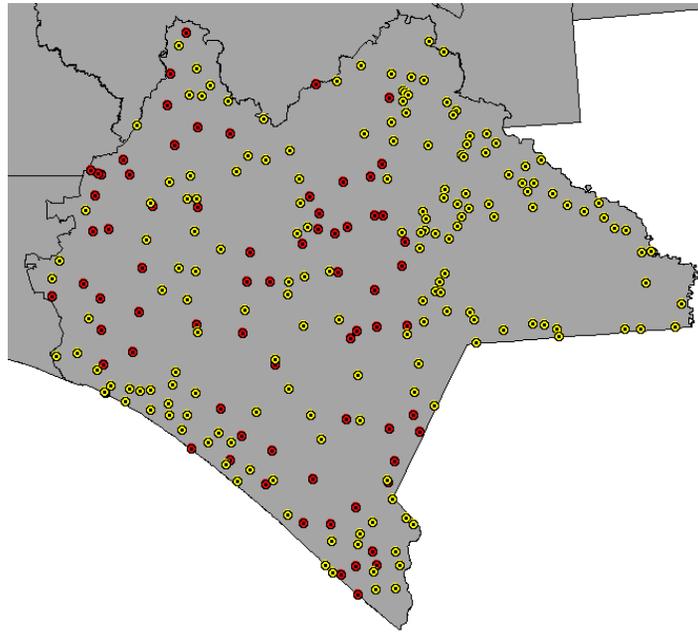


Figura 19. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008). Los círculos rojos corresponden al periodo 2000-2008 y los amarillos al periodo 1982-1999. Fuente: INEGI-COLPOS.

Biomasa aérea y/o suelo de otras instituciones no de gobierno

En un proyecto coordinado entre PMC-COLPOS-ECOSUR (Covaleda, 2009), se realizó una campaña de recolección de información disponible en Chiapas, producto de trabajos de diferentes instituciones y organizaciones.

La Figura 20 muestra un ejemplo de la base de áreas de muestreo con información de biomasa aérea (a nivel de árboles) y/o de suelos. En la Figura 21 se muestra un ejemplo de la distribución de puntos en un área de muestreo.

Un problema asociado a muchas bases es que no se cuenta con toda la información completa, por ejemplo, faltan coordenadas geográficas o se desconoce el datum, la información está procesada y los datos originales no están disponibles, etc. Esto limita mucho el uso de estas bases de datos para incorporarlas a la base estatal.

Los requerimientos de contar con información de mediciones directas de la vegetación y suelo, en los sitios de muestreo que se han realizado en Chiapas son muy importantes para el procesamiento de la información de la biomasa aérea (alometría) en forma consistente y estandarizada. De otro modo las estimaciones de carbono no son comparables y resulta muy difícil hacer estimaciones de la incertidumbre asociada al uso de otras ecuaciones alométricas o factores de expansión.

En el caso del almacén suelo, el problema más importante de muchas bases de datos (incluido el INEGI) es que no hay información de densidad aparente, ni pedregosidad.

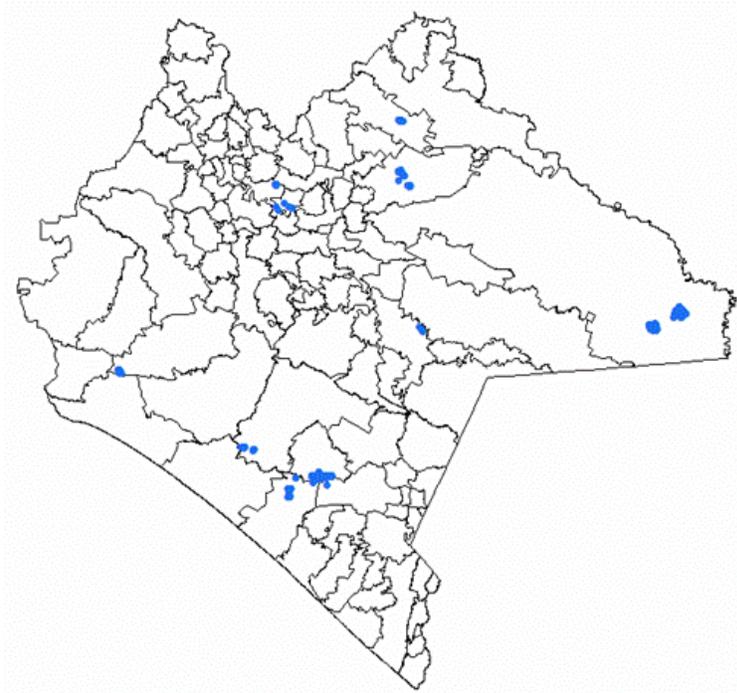


Figura 20. Distribución de áreas de muestreo en la base del PMC-COLPOS-ECOSUR. Fuente: Covalada, 2009

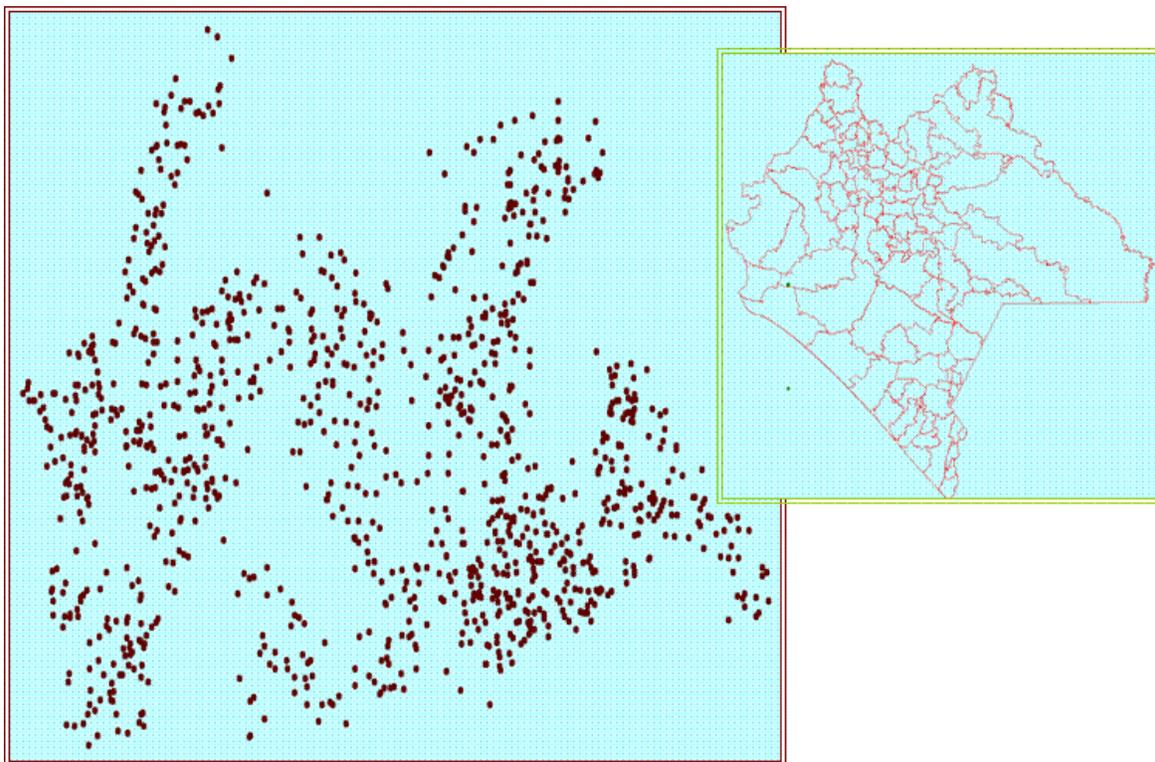


Figura 21. Ejemplo de distribución de sitios en un área de muestreo en la base del PMC-COLPOS-ECOSUR. Fuente: Covalada, 2009

Remuestreos del INFyS

En los sitios de muestreo del INFyS (2004-2007) no se levantó información sobre los almacenes suelo, mantillo, ni materia orgánica muerta en la superficie. A partir del 2009, gracias a una asociación estratégica con el COLPOS, la CONAFOR comenzó a incorporar estas mediciones en la campaña de remuestreos de los sitios originales del INFyS. La Figura 22 muestra la distribución de los conglomerados (241) remuestreados en el 2009. Campañas similares han sido realizadas en el 2010 y 2011.

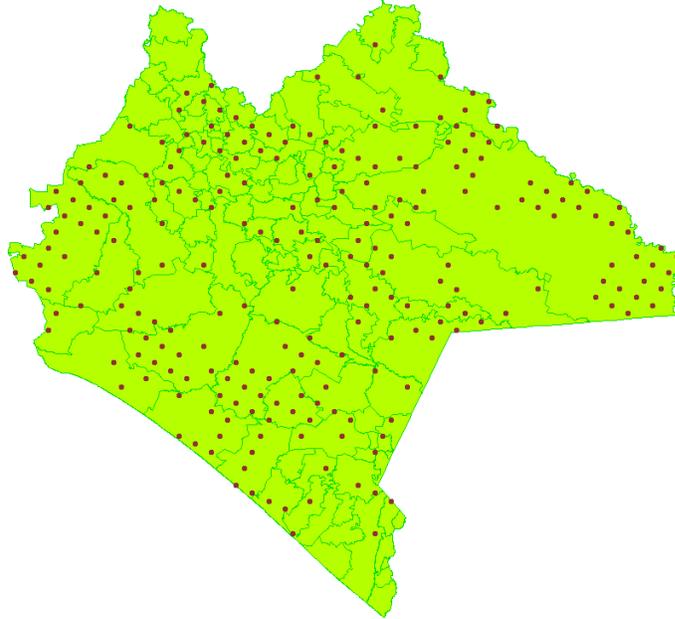


Figura 22. Distribución de los conglomerados de remuestreo del 2009 del INFyS. Fuente: CONAFOR

Inventario integral del carbono Chiapas del 2011

El PMC, en asociación con GRENASER S.A. de C.V., desarrolló un inventario estatal forestal en Chiapas usando metodologías armonizadas desde la escala local de monitoreo comunitario (Paz *et al.*, 2011d) a la estatal, siguiendo los lineamientos del INFyS federal (PMC, 2011; Paz *et al.*, 2011f). La Figura 23 muestra la distribución de los puntos de muestreo realizados en el 2011 (Paz *et al.*, 2011f). Esta información todavía está en el proceso de análisis y síntesis. El inventario realizado fue desarrollado con énfasis en la estimación del carbono en los cinco almacenes del IPCC, usando una combinación de metodologías cuantitativas y semi-cuantitativas (Paz *et al.*, 2006; Paz, 2010c; PMC, 2011; Paz y de Jong, 2011a). Los protocolos desarrollados y su liga con los conglomerados de muestreo del INFyS están en fase de prueba en el Estado de Campeche, dentro de la estrategia de implementación de REDD+ en la Península de Yucatán por la CONAFOR y gobiernos de los estados.

El inventario estatal implementado estuvo orientado a generar información relacionada a los cambios de uso del suelo y tendencias de la categoría bosque (regeneración y degradación), usando cronosecuencias (de Jong *et al.*, 2010b; Paz y de Jong, 2011b), de tal

manera que se pudiera obtener información para estimar los almacenes de carbono asociados a modelos de estados y transiciones (METs), discutidos previamente.

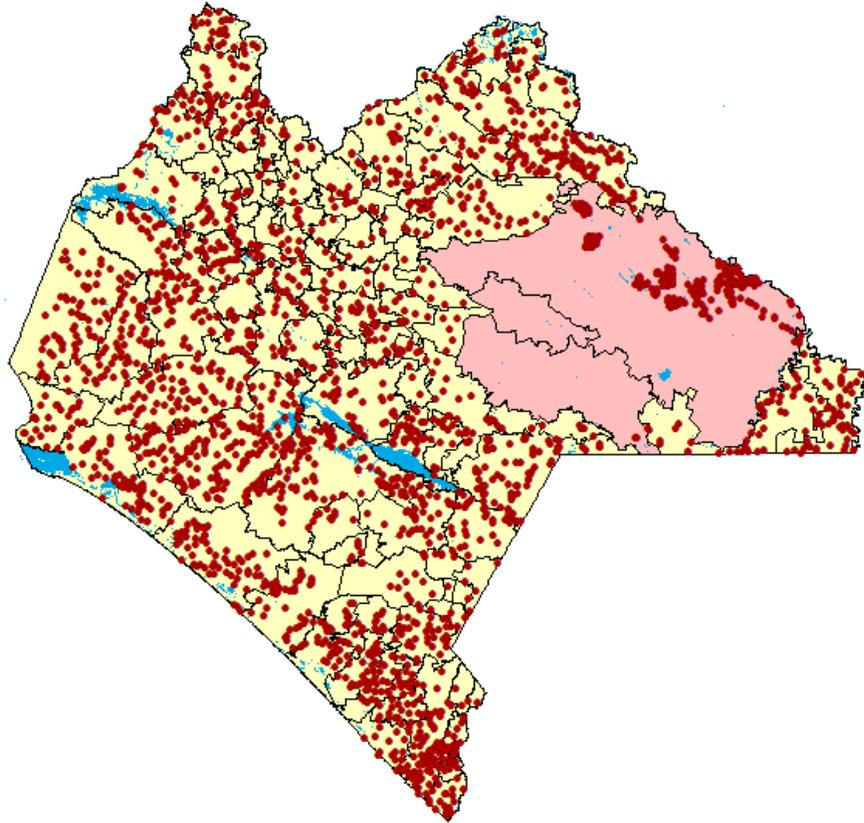


Figura 23. Inventario estatal del carbono asociado a REDD+ en el Estado de Chiapas. Los puntos en rojo representan los sitios verificados (2,501 sitios). La base cartográfica corresponde a los municipios, se representan en rosa los de menor facilidad de acceso. Fuente: Paz *et al.*, 2011f.

3.4. Datos de actividad disponibles en Chiapas

Los datos de actividad se refieren a mapas de uso del suelo, que permiten relacionar los factores de emisión para la estimación de carbono con polígonos o superficies específicas.

Mapas de uso del suelo del INEGI escala 1:250,000

En México, generalmente la única información de datos de actividad disponible es la de las series de uso del suelo y vegetación del INEGI (Serie II con año base 1993; Serie III con año base 2002 y Serie IV con año base 2007). La escala de estos mapas es 1:250,000.

En la Figura 24 se muestran los mapas de bosque y no bosque de las series del INEGI, donde las categorías definidas fueron producto de agrupar los tipos de vegetación del INEGI de acuerdo a la información de de Jong *et al.* (2009; 2010a y c).

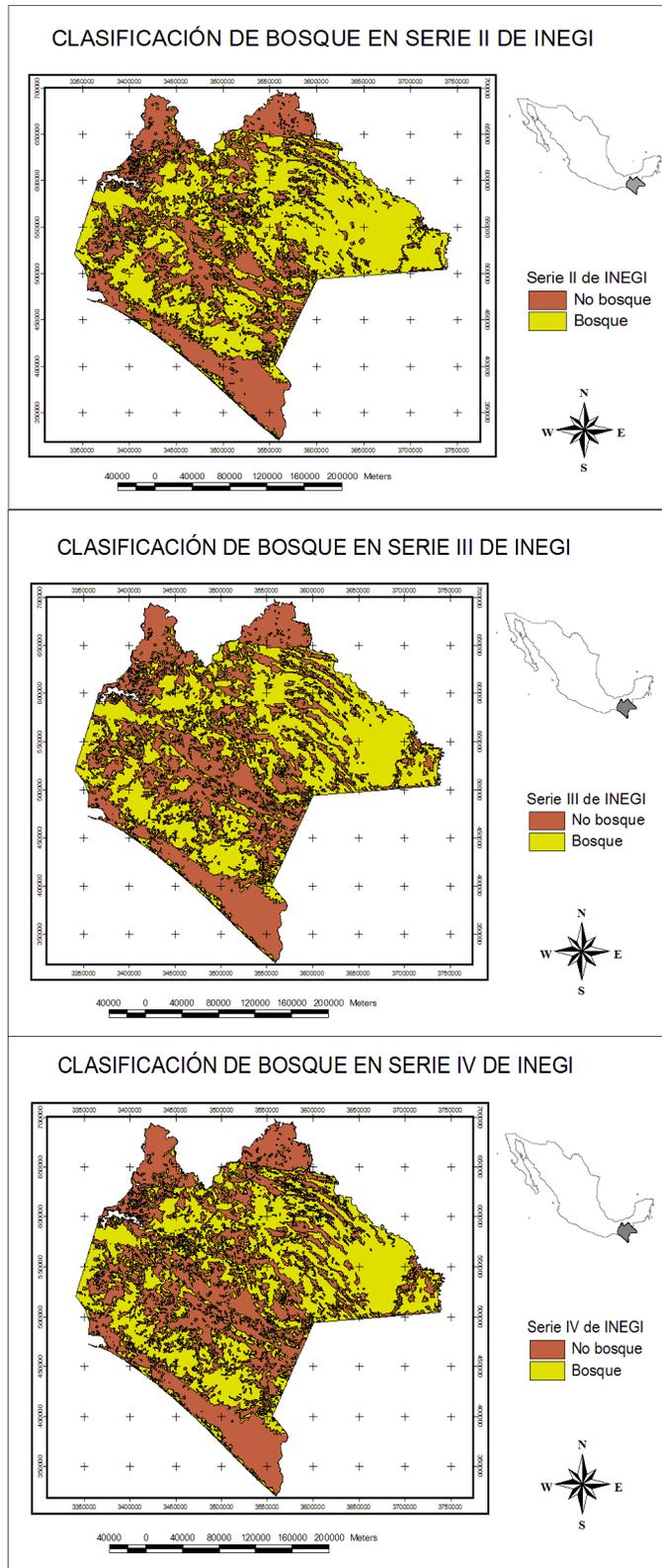


Figura 24. Mapas de bosque y no bosque de las series del INEGI para el Estado de Chiapas
 En la categoría bosque se incluyeron las categorías de sucesión primaria y secundaria, las cuales de Jong *et al.* (2010) tomaron como equivalentes a bosque y bosque degradado, respectivamente.
 Fuente: Paz *et al.*, 2010f

Esta escala de 1:250,000 de los datos de actividad es demasiado gruesa y no permite su uso para la escala estatal y menos para considerar la local. Esto resulta claro tras observar la Figura 25 donde se grafica la desviación estándar en relación al promedio de las densidades de carbono de la biomasa aérea en polígonos etiquetados del uso del suelo (US) bosque con al menos 4 sitios del INFyS.

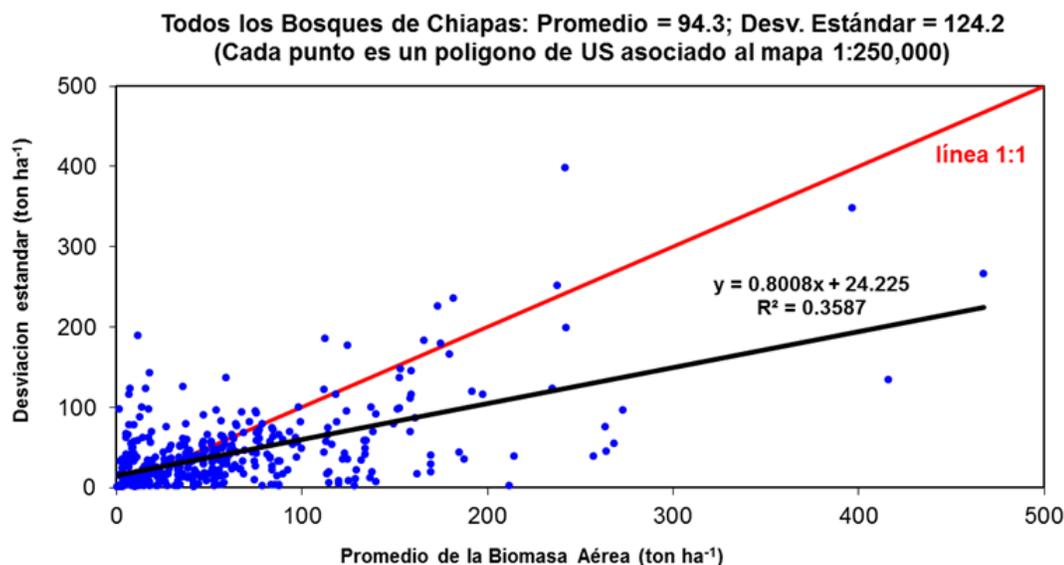


Figura 25. Relación entre la desviación estándar y el promedio de la categoría bosque en el Estado de Chiapas, usando datos del INFyS. Fuente: Paz, 2010c

La Figura 25 muestra que hay una cantidad importante de polígonos con coeficiente de variación (desviación estándar / promedio) mayor que uno, lo que implica incertidumbres inaceptables en mecanismos de mercados regulados o voluntarios.

La situación mostrada en la Figura 25 puede ser explicada por la decisión de considerar polígonos homogéneos a una resolución mínima de 50-100 has en los mapas generados por el INEGI. Esto puede ser visualizado considerando el mapa de uso del suelo del INEGI (1: 250,000) en la Reserva de la Biosfera El Ocote de la Figura 26. En la Figura 27 se muestra la misma área en un mapa de uso del suelo 1:10,000, cuya metodología se discute más adelante. De la comparación de estos dos mapas resulta claro que la deforestación y degradación forestal tipo mosaico, no está considerada en los mapas del INEGI. Aunque la reserva El Ocote es una zona de conservación, el error promedio de las etiquetas de uso del suelo es de alrededor del 40 % (del mapa del INEGI) y en otras áreas del estado, este error es mucho mayor.

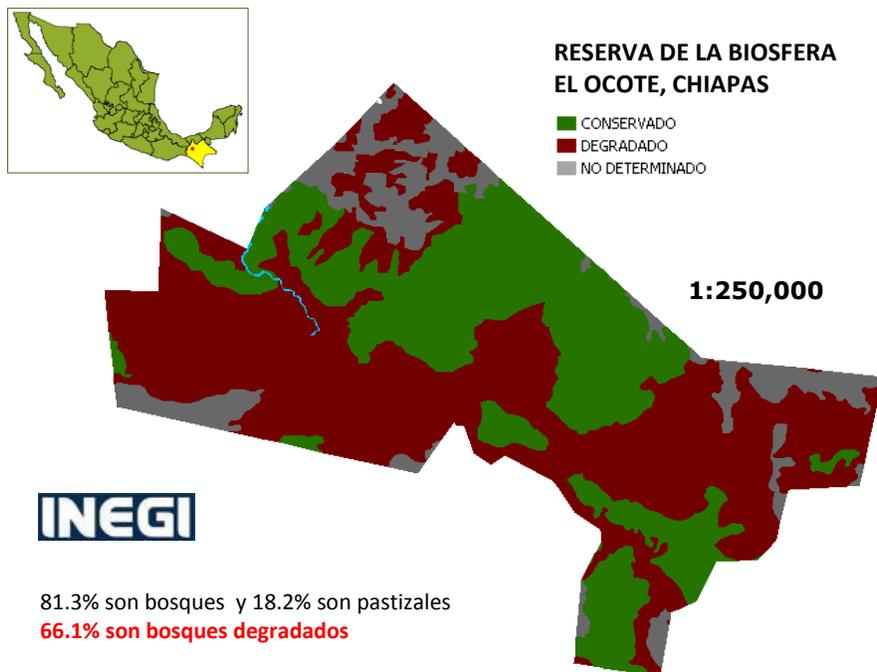


Figura 26. Estados degradado y conservado de los bosques en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, usando la Serie IV del INEGI (escala 1:250,000). Fuente: Paz, 2010c.

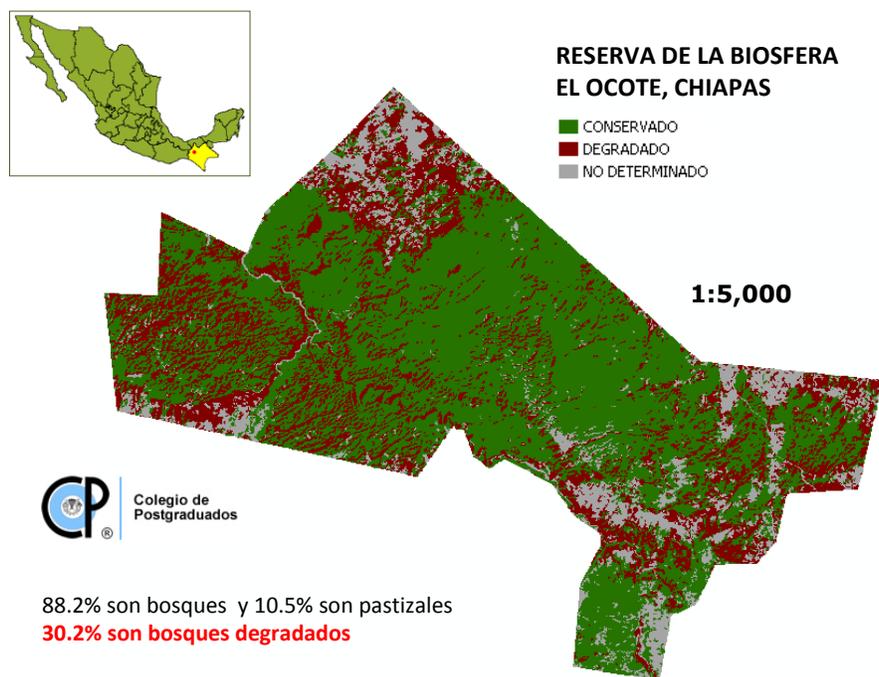


Figura 27. Estados degradado y conservado de los bosques en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz, 2010c

El no considerar la deforestación y degradación forestal tipo mosaico en Chiapas implica que en lo general la cantidad de carbono será sobreestimada, produciendo “aire caliente” en los mercados, ya que se pagaría por algo inexistente. Un caso que muestra esta situación es la Región del Soconusco, donde existe una gran cantidad de manchones de bosque (con superficies mayores a 1 ha), tal como se muestra en el mapa de la Figura 28 generado a escala 1: 10,000. Como referencia, en la Figura 29 se muestra la misma área del mapa del INEGI, a escala 1:250,000.

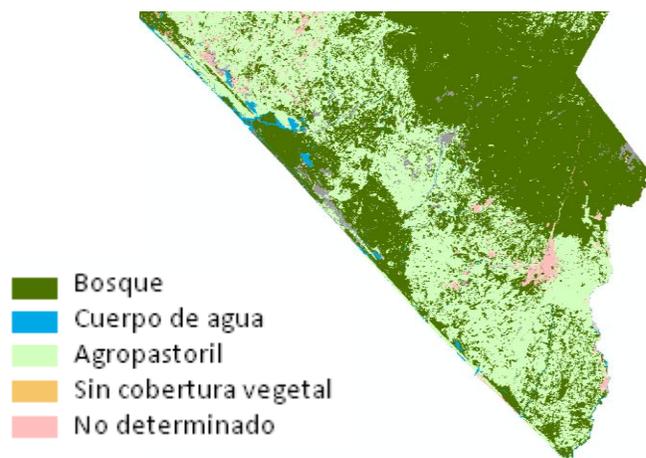


Figura 28. Mapa de bosque y no bosque en la Región del Soconusco, escala 1:10,000. Fuente: Paz *et al.*, 2010d.



Figura 29. Mapa de bosque y no bosque en la Región del Soconusco, escala 1:250,000. Fuente: Paz *et al.*, 2010d

Mapa de referencia a escala 1:10,000

Para poder contar con una referencia adecuada para evaluar el estado de conservación de los bosques en el Estado de Chiapas, el PMC y GRENASER S.A. de C.V. (Paz *et al.*, 2010c y 2011h) desarrollaron un esquema de clasificación simplificado de usos del suelo, susceptible de ser evaluado usando información satelital. El Cuadro 25 muestra las

categorías usadas para el sistema de clasificación, enfatizando las categorías bosque y no bosque, donde la primera es caracterizada en función de su cobertura aérea, estrato predominante y grado de conservación.

Cuadro 25. Clases de Cobertura Terrestre según dominancia del estrato, estado y tipo de cobertura. Fuente: Paz *et al.*, 2011h

Clase	Estrato	Cobertura	Estado
Bosque	Arbóreo		
	Arbóreo-arbustivo	Cerrado	Conservado
	Arbustivo-arbóreo	Abierto	Degradado
	Arbustivo		
Agropastoril	Herbáceo	Abierto Muy abierto	
Suelo	Ninguno	Sin cobertura	

En la Figura 30 se muestra el mapa de bosque y no bosque para todo el Estado de Chiapas (Paz *et al.*, 2010d). El mapa corresponde al año 2009 y fue generado usando imágenes pancromáticas Spot 5 con resolución de 2.5 m, las cuales fueron fusionadas con las bandas multiespectrales a 10 m para generar una imagen a color con resolución de 2.5 m. La clasificación de las imágenes fue realizada usando procedimientos similares a los del INEGI para sus mapas temáticos 1:250,000, basados fuertemente en la fotointerpretación y uso de conocimiento local e información de contexto. La unidad mínima de mapeo (UMM) fue de 1 ha.

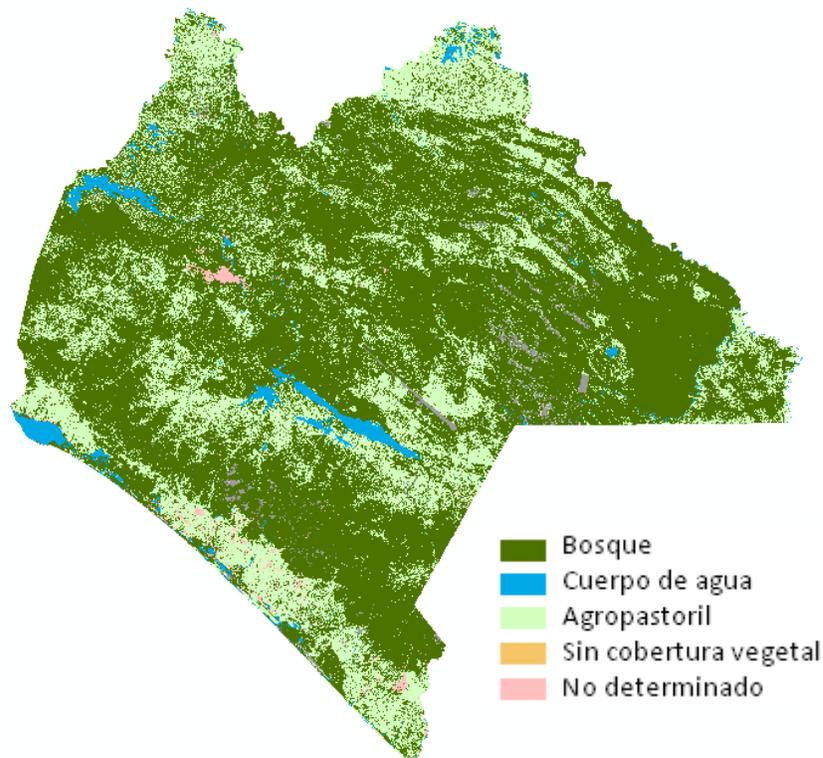


Figura 30. Mapa de bosque y no bosque para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz *et al.*, 2010d

Como contraste, la Figura 31 muestra las mismas categorías para el mapa generado por el INEGI, donde se observa que la decisión de hacer homogéneos polígonos con paisajes de mosaico genera una mayor deforestación y degradación forestal, especialmente para la situación de bosques en regeneración. Aunque el mapa del INEGI fue generado para el 2007 y el de escala 1: 10,000 para el 2009, la diferencia es de poco más de un año en relación a los insumos satelitales, por lo que son razonablemente comparables.

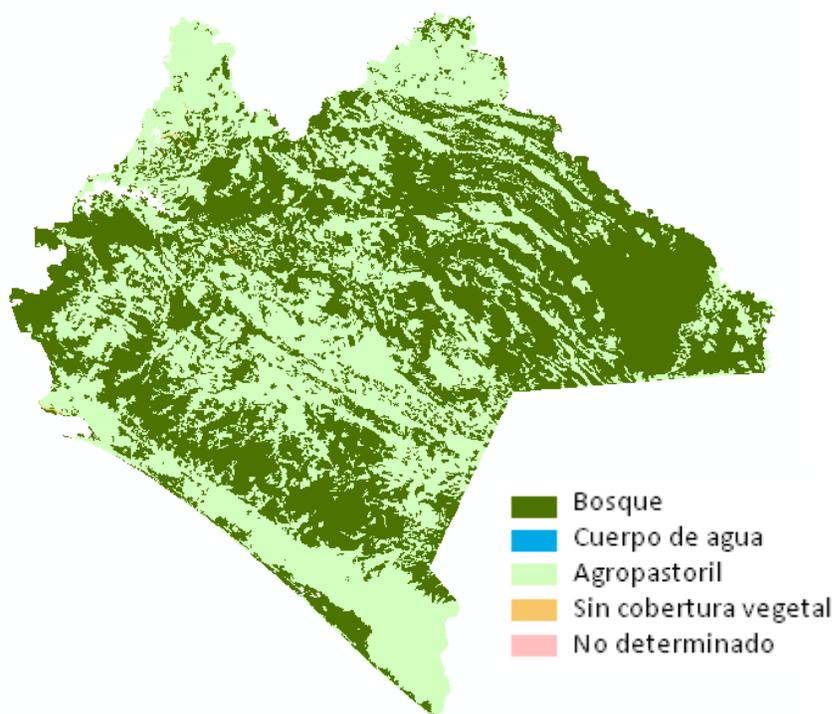


Figura 31. Mapa de Chiapas, 2009, con categorías de cobertura vegetal. Fuente: Paz et al., 2010d

De acuerdo al mapa 1:10,000, en el 2009 la superficie de Bosque (conservado y degradado) representaba el 67.5 % del total de Chiapas (en el caso del mapa 1:250,000 el porcentaje es del 51.3) y la superficie de No Bosque el 32.5 % (48.7 % para la escala 1:250,000). En la categoría No Bosque del mapa 1:10,000 la clase Agropastoril constituyó el 27.8 % de la superficie, la de Sin Cobertura el 0.8 %, los Cuerpos de Agua el 2.3 % y la clase Otro el 1.6 %.

Para tener una idea de la dominancia de los estratos de la vegetación asociados a diferentes estados de degradación o perturbación, la Figura 32 muestra un mapa, donde el porcentaje con dominancia del estrato Arbóreo es del 36.7%, del Arbustivo-Arbóreo 20.3%, del Arbustivo 10.4%, del Herbáceo 27.8%, Sin cobertura el 0.8% y No determinada el 4.0 %. Esto refleja una situación donde la degradación forestal está marcadamente presente. Para tener una mayor claridad en el concepto de degradación forestal, la Figura 33 muestra la distribución del estado Conservado y Degradado, solo aplicable a bosques. Esta definición fue aplicada al encontrarse evidencia de perturbaciones antropogénicas y sólo es de tipo cualitativo.

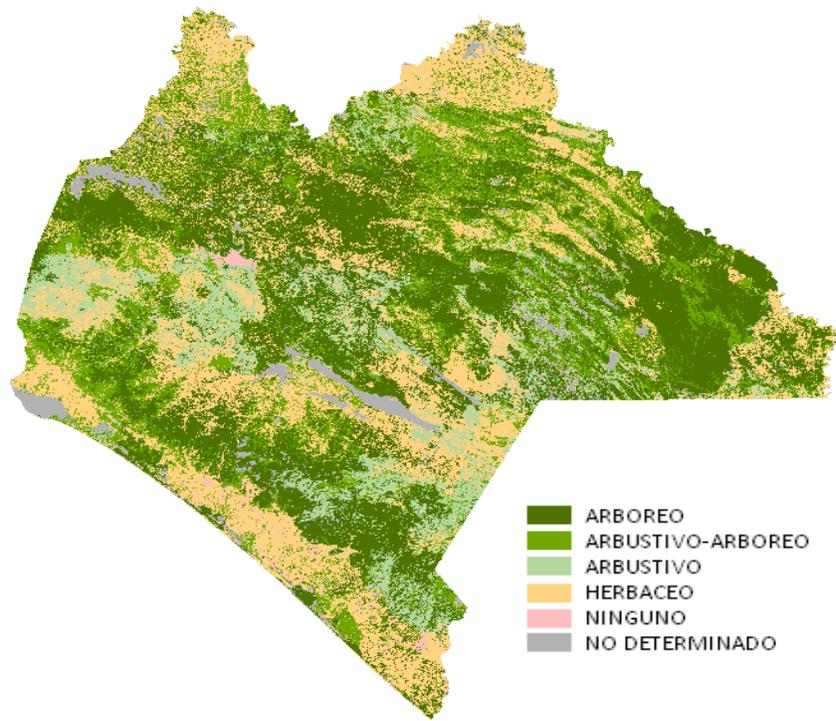


Figura 32. Mapa de dominancia de estratos de la vegetación para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz *et al.*, 2010d

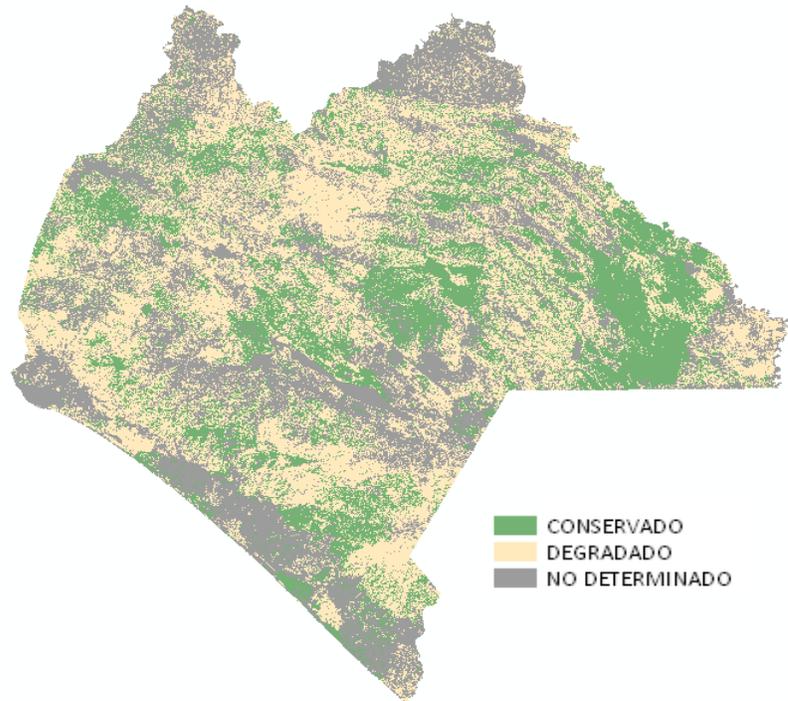


Figura 33. Mapa del estado de conservación de la vegetación para el Estado de Chiapas, escala 1:10,000. Fuente: Paz *et al.*, 2010d

El porcentaje de superficie estatal con bosques conservados es del 25.8 % y degradados el 41.7 %, del 67.5 % que ocupa la superficie de bosques en el Estado de Chiapas; esto es, el 38 % del total de los bosques de Chiapas está en un estado conservado y el resto (62 %) esta degradado. Esta situación impone un reto técnico importante en la implementación del sistema MRV.

Mapas multi-temporales de Bosque, No Bosque y Bosque Degradado

Paz *et al.* (2011e) generaron una serie multi-temporal de las clases Bosque, No Bosque y Bosque Degradado usando imágenes Landsat 5 y 7, con resolución de píxeles de 30 m x 30m. La metodología de clasificación fue similar a la desarrollada por Paz *et al.* (2010f), con algunas variaciones. La metodología consistió en pre-procesar las imágenes satelitales usando el software SPIAS (Paz *et al.*, 2009c; Medrano *et al.*, 2011) para estandarizar el efecto de la geometría sol-sensor, corrección atmosférica y efectos de la topografía. Los resultados fueron utilizados para aplicar un clasificador genérico de objetos que genera clases de la cobertura aérea de la vegetación (Palacios *et al.*, 2006; Paz *et al.*, 2010f). El Cuadro 26 muestra las clases definidas por el clasificador

Cuadro 26. Clases de coberturas del clasificador genérico de objetos. Fuente: Paz *et al.*, 2010f.

Descripción Clase Cobertura	Cobertura asociada
Sin información/Otros	No definida
Suelo desnudo	0-10%
Vegetación baja cobertura	10-30%
Vegetación media cobertura	30-60%
Vegetación alta cobertura	60-100%
Vegetación densa	100%

Para generar las clases de coberturas se utilizaron las imágenes disponibles de cada año, coberturas máximas, bajo la consideración de corregir el problema de imágenes sólo en el periodo de pérdida del follaje (caducifolia, total o parcialmente). Los años analizados fueron de 1990 a 2010, pero por problemas de huecos de información se desecharon los años 1990 y 1991, quedando la serie de 1992 a 2010, con clases de bosque pixel por pixel.

Las clases de bosque fueron definidas en función de umbrales de la cobertura aérea: No Bosque (cobertura ≤ 10 %), Bosque Degradado (10 % < cobertura ≤ 30 %) y Bosque (cobertura > 30 %) (de Jong *et al.*, 2010b; Paz *et al.*, 2010f). Aunque se trata de una aproximación, es suficiente para tener una idea de escenarios de referencia multi-escala y evaluar el potencial del mercado del carbono en Chiapas. Para mantener la consistencia con los mapas del INEGI (Figura 20), la clase No Bosque fue forzada a seguir los límites definidos en estos mapas, para los mapas anuales de unos años antes y después al año de base de las series del INEGI, de tal manera que solo la clase bosque del INEGI fue considerada en los análisis posteriores, dividiéndola en Bosque, No Bosque o Bosque

Degradado. Este enfoque es conservador (Grassi *et al.*, 2008) y suficiente para la evaluación que los autores propusieron.

Las Figuras 34, 35, 36 y 37 muestran los mapas de las clases de bosque definidas.

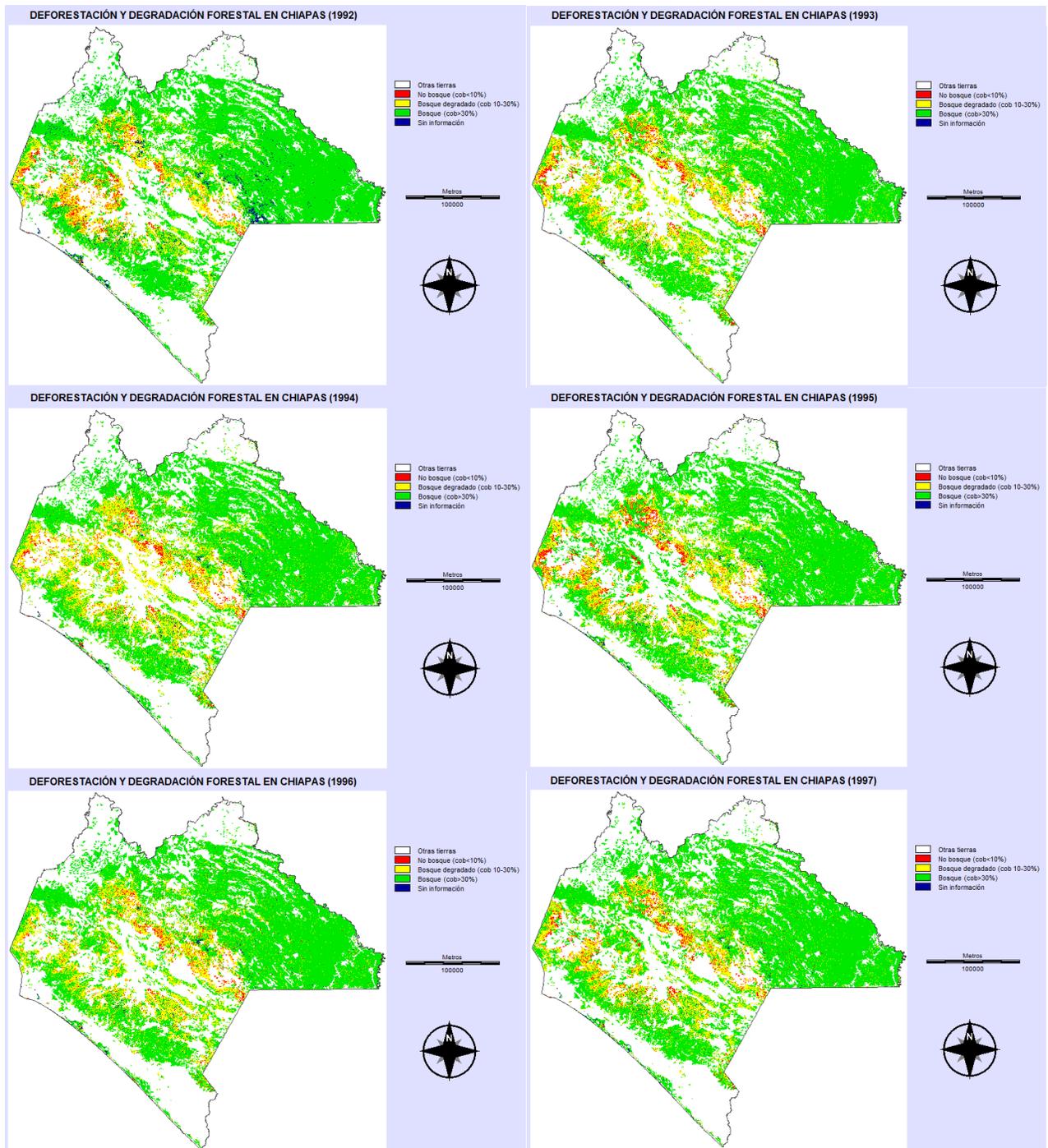


Figura 34. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 1992-1997. Fuente: Ver Anexo 3.

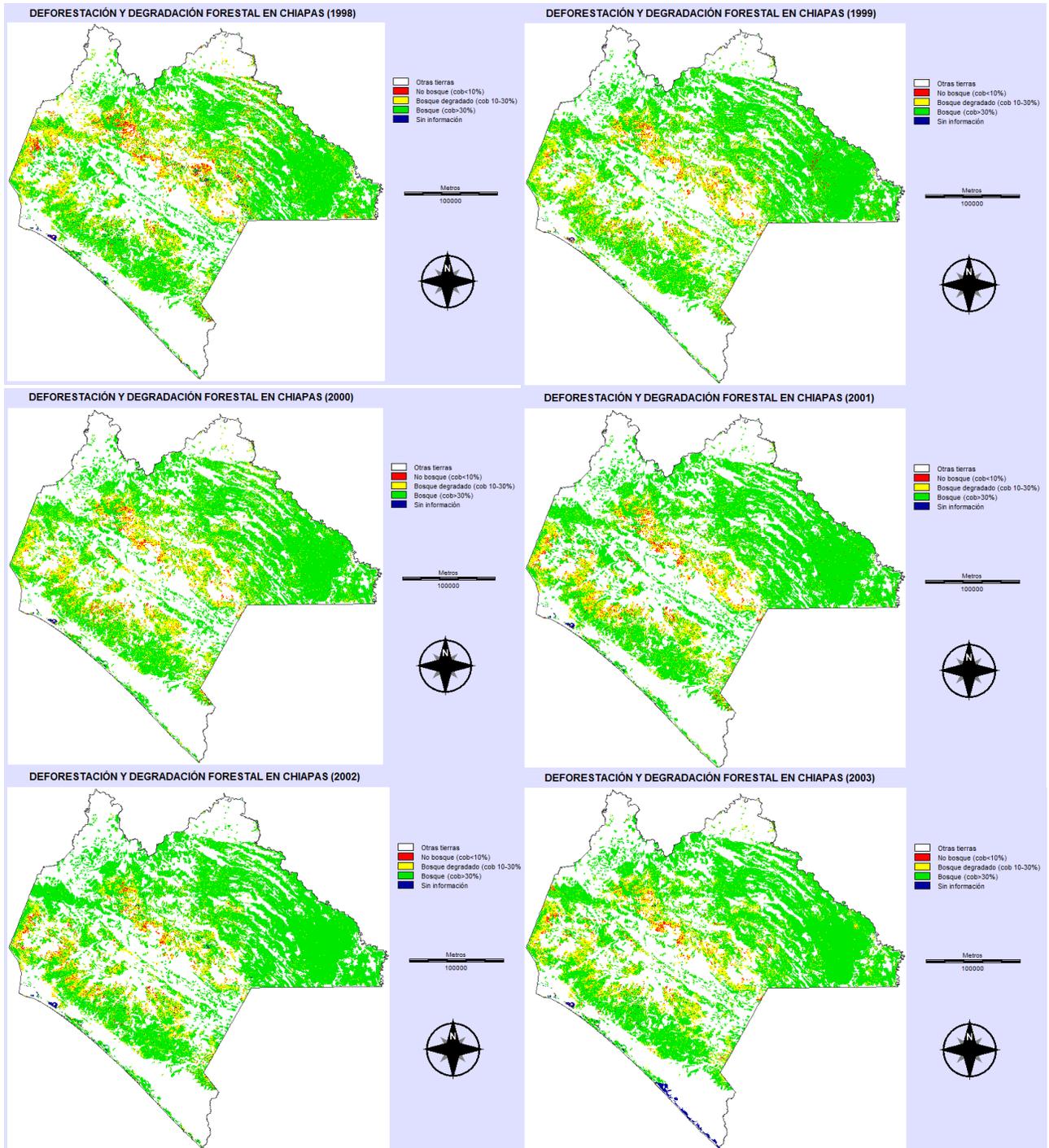


Figura 35. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 1998-2003. Fuente: ver Anexo 3.

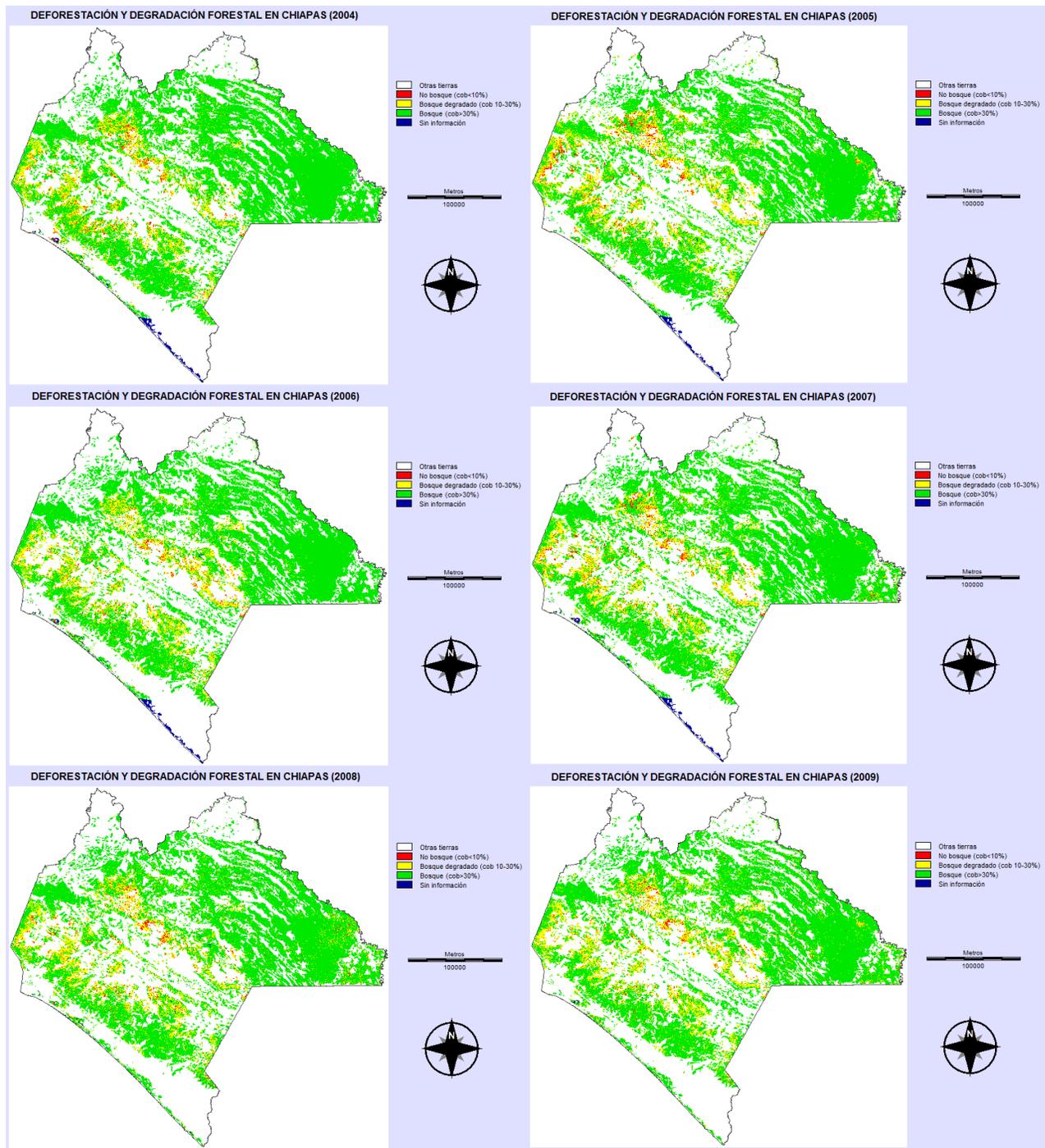


Figura 36. Mapas de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 2004-2009. Fuente: ver Anexo 3.

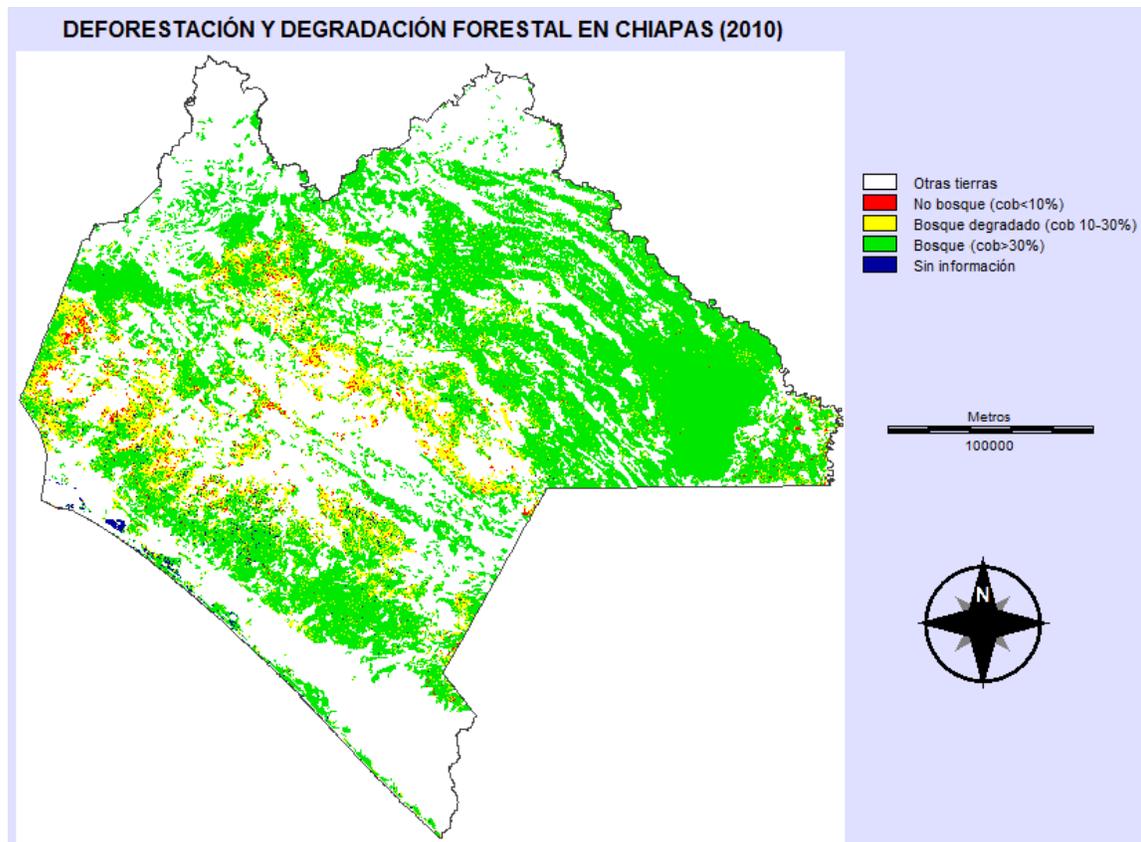


Figura 37. Mapa de las clases de Bosque, Bosque Degradado y No Bosque para Chiapas, 2010.
Fuente: ver Anexo 3

De las figuras mostradas, son claras las zonas de alta perturbación (degradación forestal y deforestación) en Chiapas (Depresión Central, Sierra Madre y parte de los Altos), definiendo zonas críticas para intervención en REDD+.

3.5. Escenarios de referencia históricos multi-escala

De los mapas de uso de suelo con unidad mínima de mapeo de 30 m x 30 m, presentados previamente de las clases Bosque, Bosque Degradado y No Bosque, Paz *et al.* (2011e) estimaron factores de emisión regionalizados para Chiapas (de Jong *et al.*, 2010c), para los distintos tipos de vegetación. Estos factores de emisión fueron usados para estimar el carbono total (biomasa viva, aérea y subterránea, y suelo) a nivel de agregaciones de píxeles a diferentes escalas.

En la Figura 38 se muestra el carbono de todo el Estado de Chiapas para el periodo 1992-2010. Se observa en esta figura que los incendios ocurridos en 1998 produjeron una pérdida de alrededor de 50 millones de ton de C (alrededor de 180 millones de ton de CO₂ equivalente) que, gradualmente, se empezaron a recuperar hasta la presentación de otra época de incendios, aunque de menor intensidad.

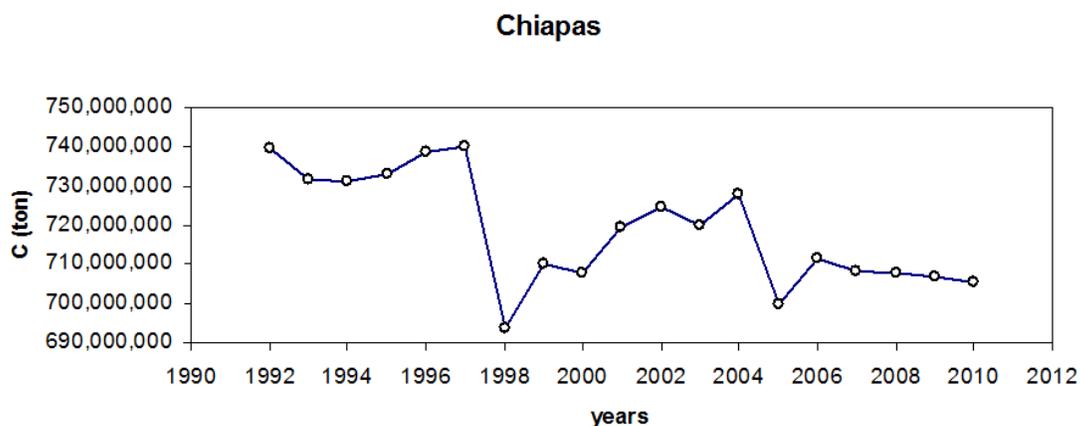


Figura 38. Escenario de referencia de carbono total (biomasa viva y suelo) a nivel del Estado de Chiapas. Fuente: Paz *et al.*, 2011e.

La exposición a eventos extremos, tipo incendios, plantea la necesidad de desarrollar esquemas financieros de gestión de riesgos para poder enfrentar este tipo de contingencias.

El desarrollo de escenarios de referencia, así como el proceso de medición/monitoreo, reporte y verificación (MRV) se ha identificado como un elemento central de cualquier estrategia REDD+ y de los inventarios de emisiones GEI para las comunicaciones nacionales ante la CMNUCC. En México se considera que los sistemas y protocolos de MRV deben ser nacionales, pero lo suficientemente flexibles para incorporar actividades subnacionales y locales dentro de una estrategia coherente, para permitir la presentación de los reportes de manera consistente y transparente. Al implementar iniciativas REDD+, el enfoque de la contabilidad de emisiones a nivel nacional permite considerar la mayor parte de las fugas en forma explícita, si bien la capacidad de planeación y manejo regional y del paisaje es principalmente subnacional y la implementación de acciones ocurre localmente. La compatibilidad y consistencia entre escalas y actores (gobiernos nacionales, estatales y municipales, organizaciones de la sociedad civil, la academia, organizaciones de productores, comunidades, etc.) son elementos esenciales de un sistema transparente y confiable. Entre las escalas espaciales subnacionales relevantes están los estados, los municipios, las comunidades locales y los propietarios privados.

En un nivel de agregación tipo municipios y subcuencas en Chiapas, la Figura 39 muestra algunos ejemplos de escenarios de referencia con diferentes patrones. Estas escalas de agregación son discutidas más adelante en relación al sistema MRV multi-escala o anidado.

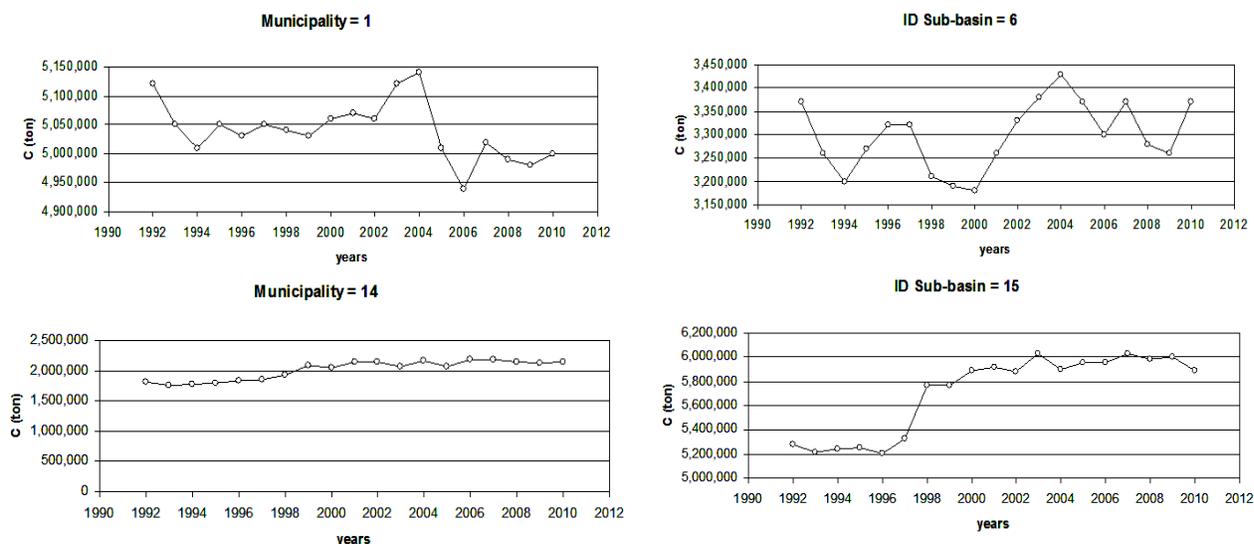


Figura 39. Ejemplos de escenarios de referencia del carbono total a nivel de municipios y subcuencas. Fuente: Paz *et al.*, 2011e

Lo deseable, para un completo anidamiento entre la escala local o de proyecto con la estatal es generar escenarios de referencia a nivel de propiedades individuales en Chiapas. El Cuadro 27 muestra la distribución de los tipos de propiedad del catastro disponible de RAN-PROCEDE.

Cuadro 27. Distribución de los tipos de propiedad en Chiapas. Fuente: RAN-PROCEDE

Tipo de Propiedad	Número de Usuarios	Superficie Promedio (ha)	Superficie (ha)
Social	4587	736.12	3'376,560.032
Privado	21397	119.98	2'353,433.227
Otros	4736	204.41	968,078.87

La propiedad Social incluye los siguientes tipos: Ejidal, Comunal y Colonia. Por otro lado, el tipo de propiedad Privado, incluye los usos conocidos como Fraccionamiento, Condueñazgo, Concesión Ganadera, Propiedad Privada y Pequeña Propiedad. Mientras que, por último, los Otros tipos de propiedad, incluyen Terrenos, Parque Nacional, Posesión de Territorio Nacional, Zona Federal, Baldío, Demasía, Excedencia y las Áreas Urbanas. En el Cuadro 23, el apartado de número de Usuarios, con respecto a la Propiedad Social, hace referencia al número total de Ejidos o Comunas encontradas, donde en promedio cada ejido, ocupa un área de 736.12 ha. Por otro lado, en Propiedad Privada, el número de Usuarios es mayor debido a que se refiere a individuos con propiedad y en menor medida agrupaciones de propiedades. Por el contrario, la Propiedad Social y los Otros tipos de Propiedad son, en general, grandes agrupaciones de pequeñas delimitaciones.

Existen muchas áreas del estado, donde aún no se han delimitado los polígonos de propiedad y muchas de las áreas delimitadas no están actualizadas o contienen errores de topología. La Figura 40, muestra la distribución espacial de los diferentes tipos propiedad en el Estado de Chiapas.

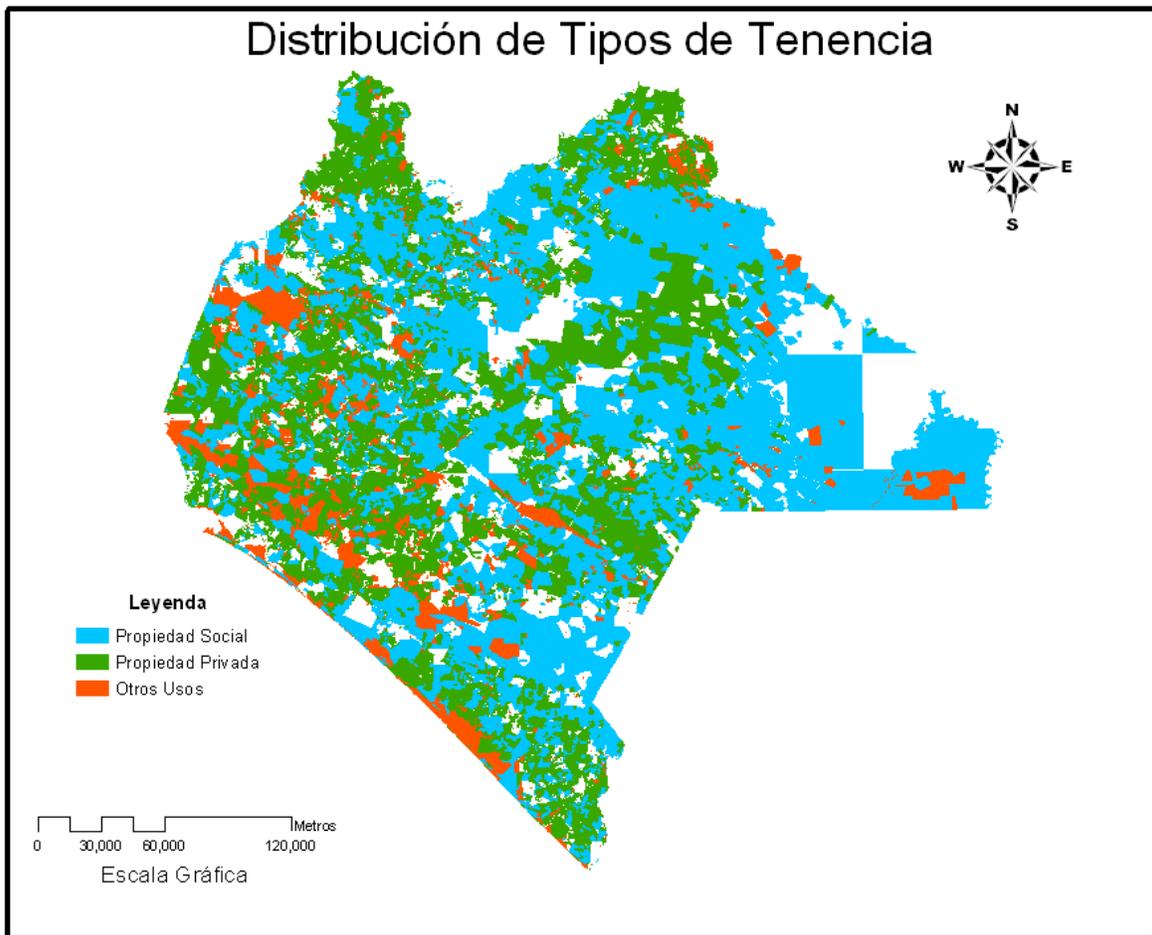


Figura 40. Distribución de los tipos de propiedad en el Estado de Chiapas. Fuente: RAN-PROCEDE

Del catastro de propiedades del RAN-PROCEDE, Paz *et al.* (2011e) estimaron los escenarios de referencia individuales de cada una de ellas. La Figura 41 muestra algunos ejemplos de escenarios de referencia de propiedades particulares. En la Figura 42 se muestran los balances anuales netos de emisiones para el periodo 1992-2010 para las propiedades analizadas (de Jong *et al.*, 2010, no publicado)

De los escenarios de referencia presentados, las tendencias temporales del carbono multi-escala presentan patrones de deforestación, degradación forestal, regeneración, conservación, cíclicos e irregulares, así como patrones híbridos. Aunque este análisis debe considerarse como preliminar y con niveles de incertidumbre altos, nos da una idea clara de los efectos de escalar escenarios de referencia que no siguen patrones lineales simples.

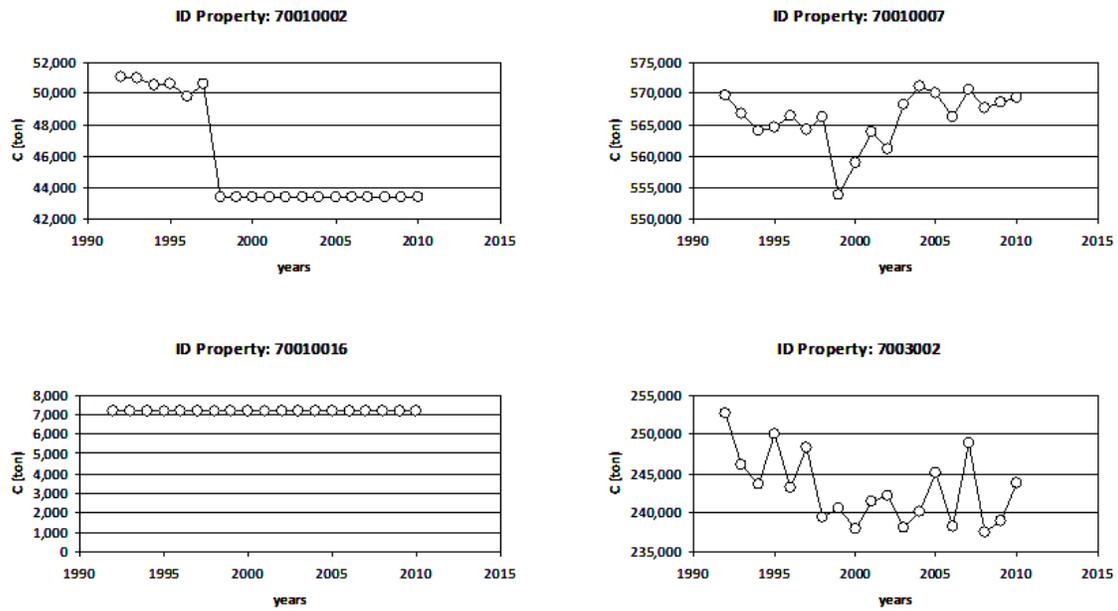


Figura 41. Ejemplos de escenarios de referencia de carbono a nivel de predios catastrales. Fuente: Paz *et al.*, 2011e

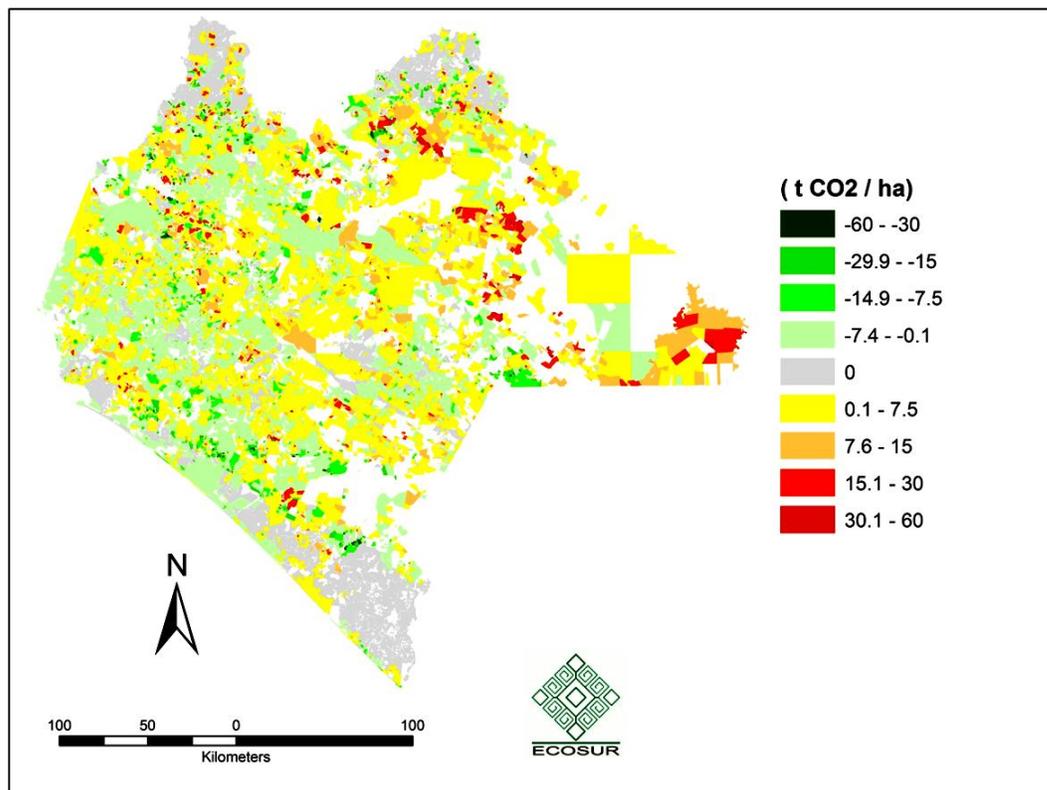


Figura 42. Emisiones o capturas anuales de CO₂ a nivel de predios catastrales en Chiapas, periodo 1992-2010. Fuente: de Jong *et al.*, 2010, no publicado.

3.6. Escenarios de referencia a nivel proyecto y su escalamiento

El desarrollo de escenarios de referencia a escala de proyectos está íntimamente relacionado con los mercados voluntarios. Para tener una perspectiva de las implicaciones de ligar escenarios a escala de proyectos con otros niveles de agregación (municipios, microcuencas, subcuencas, regiones, estado, país), en lo siguiente se analiza el estándar Plan Vivo instrumentado en Chiapas por la Cooperativa AMBIO. Este estándar, en su metodología es considerado en las secciones posteriores para ser consolidado y masificado a nivel de todo el estado.

En esencia, el Plan Vivo consiste en realizar un ordenamiento territorial comunitario, usando esquemas participativos, además de otras consideraciones. La Figura 43 muestra un ejemplo de la construcción de un mapa de uso del suelo comunitario, elemento para realizar el ordenamiento territorial en el Plan Vivo.

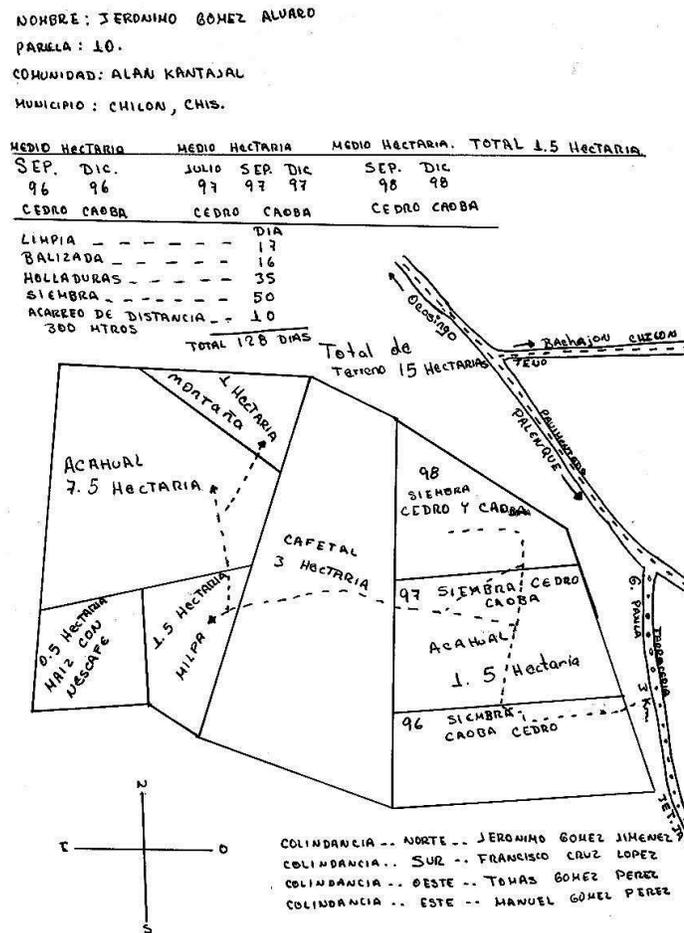


Figura 43. Ejemplo de mapa de uso del suelo de una comunidad en el estándar Plan Vivo. Fuente: tríptico “Una REDD+ para Chiapas”, proporcionado por AMBIO, para la CoP 16

Este esquema de ordenamiento fue utilizado en la Reserva de la Biosfera El Ocote (Figura 44) para generar escenarios de referencia en cuatro comunidades.

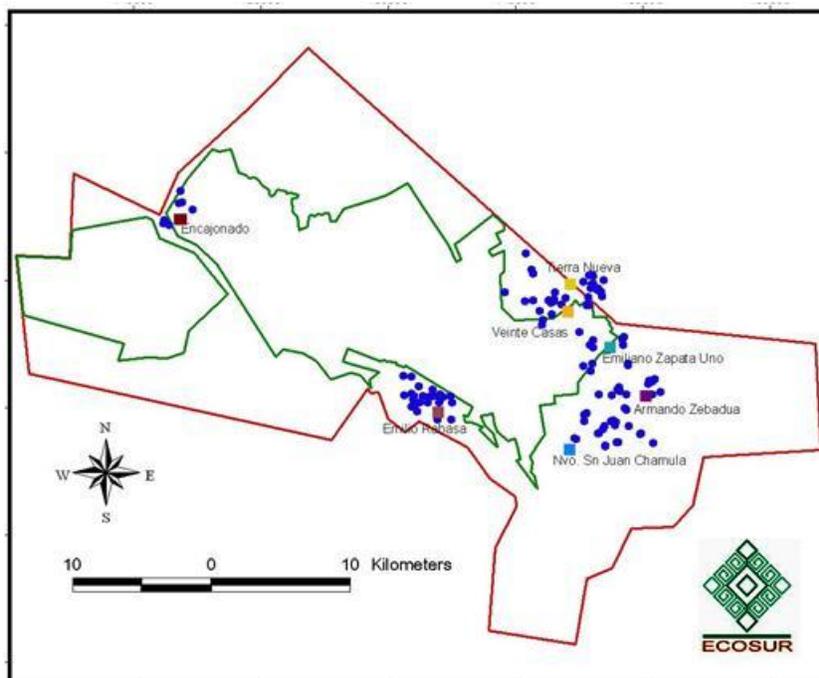


Figura 44. Comunidades para la estimación de escenarios de referencia, y parcelas de muestreo en campo, para el piloto instrumentado en El Ocote. Fuente: de Esquivel *et al.*, 2010; de Jong *et al.*, 2010 b

En la Figura 45 se muestra la generación de escenarios de referencia usando la metodología discutida previamente para el caso de los tipos de propiedad en Chiapas. Se observa en esta figura el efecto de los incendios y como estos eventos disparan las emisiones de GEI. Los escenarios de referencia fueron construidos para cada una de las cuatro comunidades, así como para toda la reserva.

El desarrollo de los escenarios de referencia mostrados en la Figura 45 sólo usa factores de emisión estimados localmente de las parcelas de muestreo y datos de actividad de imágenes de satélite (categorías Bosque, Bosque Degradado y No Bosque).

En el estándar Plan Vivo, la estimación de escenarios de referencia (con y sin proyecto) se basa en el mapeo del uso actual del suelo y su planeación futura. El Cuadro 28 muestra un ejemplo de ordenamiento territorial planeado a nivel de áreas de los diferentes usos del suelo en una comunidad. Definidos los cambios de usos del suelo, en términos de superficie y aplicando factores de emisión se pueden estimar las emisiones asociadas al uso actual y al futuro. De esta manera, el Plan Vivo considera información a escala local, producto de las propias decisiones y compromisos de las comunidades.

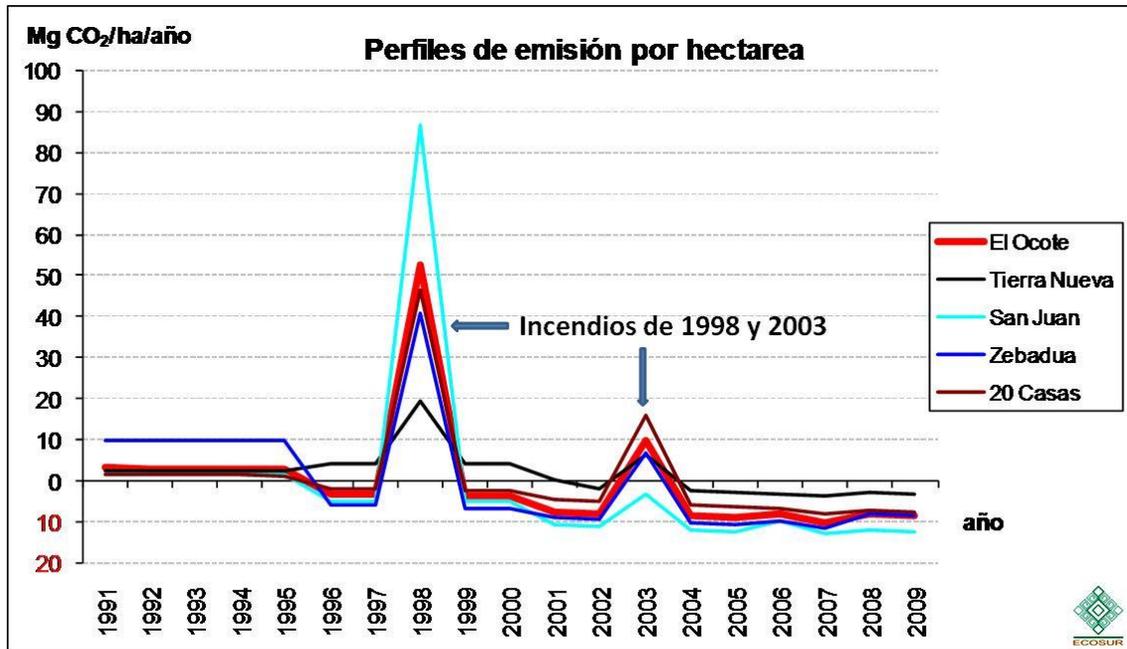


Figura 45. Escenarios de referencia generados para las comunidades y reserva El Ocote. Fuente: Esquivel *et al.*, 2010; de Jong *et al.*, 2010b

Cuadro 28. Ordenamiento territorial comunitario en Nuevo San Juan Chamula. Fuente: Esquivel *et al.*, 2010; de Jong *et al.*, 2010b

Uso Futuro	Uso actual						Total general
	Acahual	Potrero	Cafetal	Agrícola	Selva	Solares	
Acahual	76.5						76.5
Potrero	12	166.5	2	0.5			181
Agrícola	34.25	4		80.25			118.5
Cafetal	1		109.25		14		124.25
Selva					123.5		123.5
Solar						7.13	7.13
Otros	6.5	8	2.5				17
Total general	130.25	178.5	113.75	80.75	137.5	7.13	647.88

El Cuadro 29 muestra los diferentes escenarios de referencia del piloto de la Reserva de la Biosfera El Ocote (promedio de emisiones o remociones en el periodo 1990-2009). Los resultados de este cuadro ponen de manifiesto el problema de escalar escenarios de referencia “hacia arriba” o “hacia abajo”. Un escenario de referencia de una comunidad cualquiera en una región dada, dependiendo de la metodología usada, puede estar arriba o abajo del escenario regional. Evidentemente, un estándar como el Plan Vivo resulta en situaciones más favorables para las comunidades, al usar información local para establecer líneas base. La consideración de escenarios de referencia multi-escala, dadas las paradojas y posibles injusticias que tiene usar escenarios promedio de emisiones de múltiples fuentes (DD y el +), requiere que se deban desagregar las componentes del esquema REDD+ y considerar escenarios por deforestación, por degradación forestal, por conservación, por incremento en los almacenes de carbono y por manejo forestal sustentable.

Cuadro 29. Emisiones (rojo) y remociones (negro) asociadas a los escenarios de referencia (ton CO₂eq ha⁻¹ año⁻¹, 1990-2009) en la Reserva de la Biosfera El Ocote. Fuente: Esquivel *et al.*, 2010; de Jong *et al.*, 2010b

Comunidad	Escenario de Referencia Comunidad	Escenario de Referencia. Regional	Escenario de Referencia Plan Vivo
Tierra Nueva	1.850	-0.273	-0.391
Nuevo San Juan Chamula	-1.146	-0.273	-0.715
Armando Zebadua	-0.306	-0.273	-0.200
Veinte Casas	0.430	-0.273	-0.997

La forma de evitar el tipo de complicaciones que se requieren para considerar los problemas de escalamiento mencionados (escenarios de referencia por componente de REDD+) debe ser considerada en forma explícita en el diseño de los sistemas MRV, para reducir los costos de implementación.

3.7. METs y Plan Vivo: acoplamiento y extensión para escenarios de referencia

Para poder generar escenarios de referencia en forma espacialmente implícita o explícita, en lo siguiente se exploran las metodologías relacionadas. La versión implícita está asociada a regiones y considera como un todo las escalas menores (visión de “arriba hacia abajo”) y la explícita está asociada a la escala local (“abajo hacia arriba”). La ventaja de la implementación de la generación de escenarios de referencia desde el nivel local, es que pueden escalarse a cualquier nivel superior, a diferencia del nivel agregado que no puede escalarse hacia abajo (hay un número infinito de combinaciones que dan el mismo resultado).

Escenarios de referencia de niveles agregados

Usando modelos como el de la Figura 46, con información espacialmente implícita, es posible realizar estimaciones de carbono promedio asociadas al periodo de análisis en consideración. Así, el carbono total promedio (en el tiempo de análisis) en una región dada es simplemente la multiplicación de las probabilidades de cada estado por la superficie y por la densidad de carbono de las clases de uso del suelo. Las probabilidades de transición definen la trayectoria de los flujos de carbono entre estados.

En términos generales, la definición del escenario de referencia histórico estaría dada por:

$$UC = \sum_{i=1}^n A_i P_i F E_i F A I_i \quad (1)$$

donde:

UC = Unidad de crédito de carbono (promedio ponderado) equivalente asociada al predio/comunidad.

A_i = Área del uso actual de la clase/subclase i de uso del suelo

P_i = Probabilidad (frecuencia relativa) de la clase/subclase i de uso del suelo.

FE_i = Factor de emisión de carbono equivalente de la clase/subclase i de uso del suelo (positivo y negativo, en relación al estado inicial).

FAI_i = Factor de ajuste por incertidumbre (área y factor de emisión) de la clase/subclase i de uso del suelo.

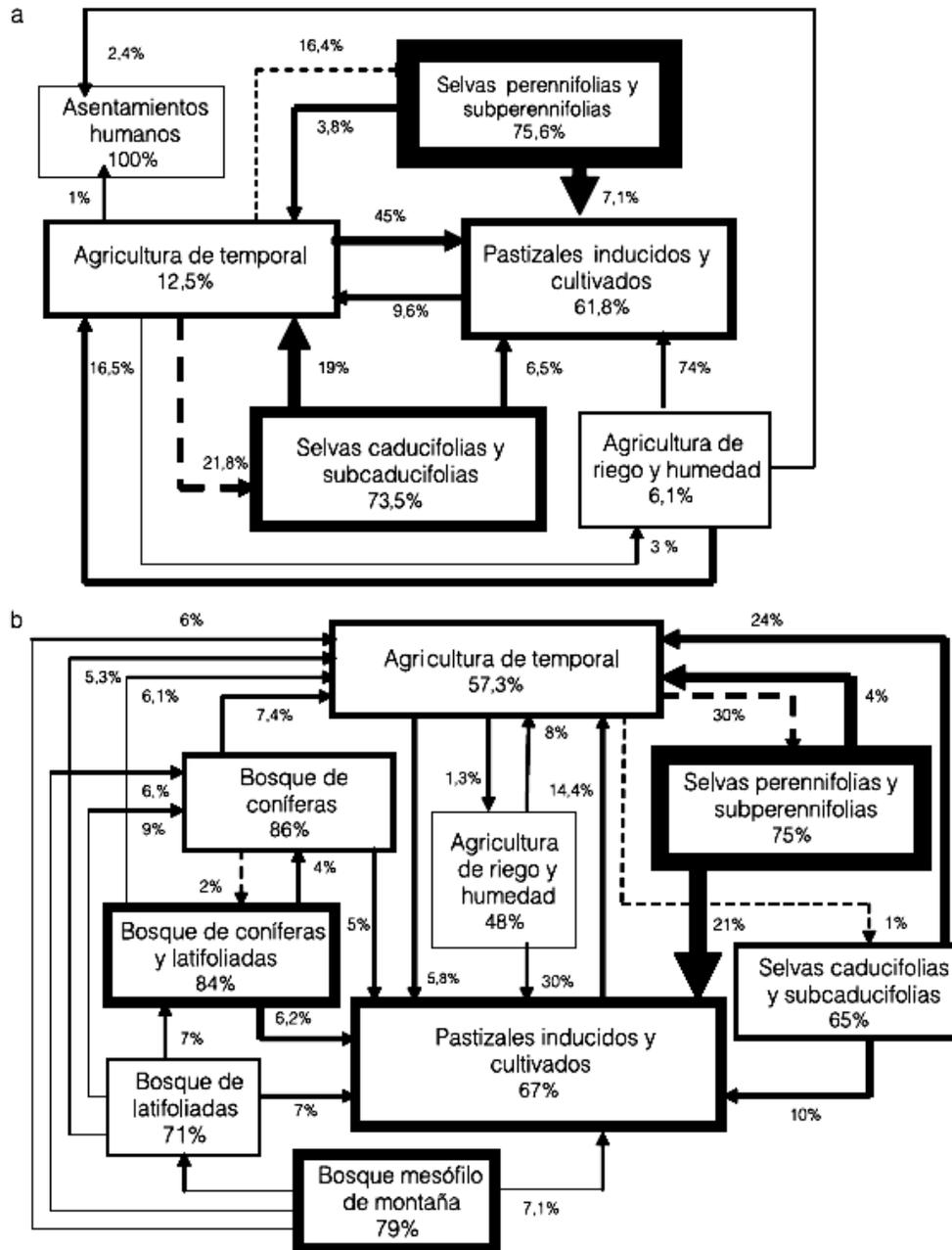


Figura 46. Estados y transiciones de la vegetación en corredores biológicos. (a) Flujos de las probabilidades de transición (> 1%) de cada uso y cobertura del suelo en el periodo 1978 en el CBC-S (Corredor Biológico Calakmul-Sian Ka'an) y (b) probabilidades de transición en el CBM-T (Corredor Biológico Montes Azules-El Triunfo). El grosor de los cuadros y líneas indican la permanencia y el intercambio más importante de superficie (has), respectivamente. El dentro de los cuadros corresponde al porcentaje sin cambios y las líneas punteadas indican recuperación. Fuente: Diaz-Gallegos *et al.*, 2008

En el caso de la Figura 46 sólo se consideraron los cambios entre un par de años. Para el caso de series multianuales, las probabilidades pueden obtenerse como un promedio anual o de modelos probabilísticos más elaborados.

Escenarios de referencia a nivel local

Usando los modelos de estados y transiciones (METs) discutidos previamente, es posible desarrollar escenarios de referencia a escala de predios o comunidades, usando información determinada a una región superior de agregación, pero representativa del nivel local.

De los potenciales de reducción de emisiones y captura de carbono, el Estado de Chiapas es uno de los estados con mejores oportunidades en los mercados del carbono (agropecuarios y forestales). En el caso de prácticas agrosilvopastoriles, se utilizó una regionalización de Chiapas (Figura 47), para hacer estimaciones relacionadas a prácticas mejoradas en agricultura de temporal (“milpas”) y pastizales (“potreros”) o cambios de uso del suelo hacia actividades productivas (Covaleda, 2010).

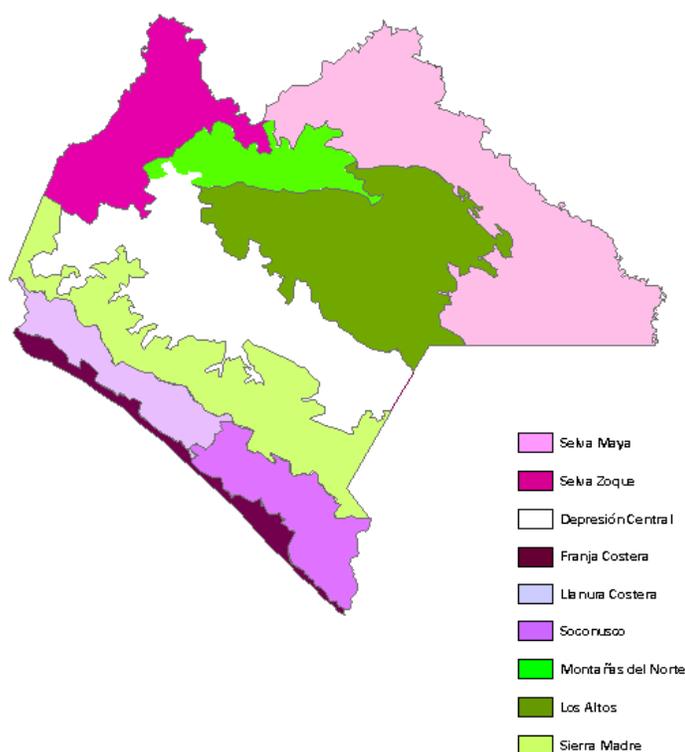


Figura 47. Zonificación del Estado de Chiapas para caracterizar la dinámica del carbono. Fuente: ver Anexo 1

El Cuadro 30 muestra las ganancias/pérdidas finales esperadas (periodos que van de 5 a 20 años) de pasar de un estado inicial (milpa o potrero) a uno final. Los almacenes de carbono considerados fueron el de biomasa viva y suelo. Esto fue realizado para la

zonificación mostrada en la Figura 43 y puede considerarse como una primera aproximación de integración de toda la información disponible en Chiapas.

La ventaja de los METs es que pueden usarse para evaluar el impacto de programas asociados a políticas públicas y los costos de oportunidad locales para la implementación de esquemas tipo REDD+. La consideración de mapear todas las actividades productivas o de conservación, incluyendo eventos climáticos o de otro tipo, en términos de carbono permite instrumentar planes de ordenamiento territorial armonizados a las escalas superiores y vinculantes (municipio, subcuenca, estado).

Cuadro 30. Dinámica de los almacenes de carbono de estados iniciales a finales en Chiapas.
Fuente: generado con datos de Covalada, 2010.

Región	Almacén	Carbono inicial (ton C ha ⁻¹)		Carbono final (ton C ha ⁻¹)							
		AT	P	AM	Ty	PFo	PFr	ATA	PA	CSD	CSDO
Selva Maya	Biomasa	6.5	11.8	69.1	50.9	64.5	29.7	8.5	20.5	31.4	39.3
	Suelo	94.1	99.1	92.5	86.9	113.2	81.5	108.9	131.5	135.0	132.5
Selva Zoque	Biomasa	6.5	11.8	69.1	50.9	64.5	29.7	8.5	20.5	31.4	39.3
	Suelo	94.1	99.1	92.5	86.9	113.2	81.5	108.9	131.5	135.0	132.5
Llanura Costera	Biomasa	6.5	11.8				29.7	8.5	20.5		
	Suelo	47.9	99.1				81.5	108.9	131.5		
Soconusco	Biomasa	6.5	11.8				29.7	8.5	20.5	23.0	
	Suelo	47.9	99.1				81.5	108.9	131.5	67.0	
Depresión Central	Biomasa	6.5	3.2		4.45		29.7		14.4		
	Suelo	60.4	73.7		58.5		81.5		92.8		
Norte	Biomasa	4.7	3.2	43.1	30.4	50.5	29.7	8.5	15.9	31.4	39.3
	Suelo	75.2	84.0	101.8	109.9	76.2	81.5	108.9	106.9	135.0	132.5
Altos	Biomasa	4.7	3.2		30.4	50.5	29.7	8.5	15.9	31.4	39.3
	Suelo	75.2	84.0		109.9	76.2	81.5	108.9	106.9	135.0	132.5
Sierra Madre	Biomasa	4.7	3.2	43.1	30.4	50.5	29.7	8.5	15.9	31.4	38.7
	Suelo	75.2	84.0	101.8	109.9	76.2	81.5	108.9	106.9	135.0	132.5

AT = Agricultura de temporal, P = Potrero (pastizal), AM = Acahual mejorado, Ty = Taungya, PFo = Plantación forestal, PFr = Plantación frutales, ATA = Agricultura de temporal con árboles, PA = Potrero con árboles, CSD = Cafetal con sombra diversificada, CSDO = Cafetal con sombra diversificada orgánico

Fusión de METs y Plan Vivo para generación de escenarios de referencia

Para definir la relación entre los modelos de estados y transiciones y el estándar Plan Vivo, podemos utilizar el MET genérico definido en la Figura 2 (Covalada *et al.*, 2011a).

Usando el MET genérico, en cada uno de los estados se diferencian los almacenes de carbono de la biomasa aérea y suelo. Considerando la información disponible en cuanto a los contenidos de carbono en los ecosistemas identificados, se asignaron valores promedio de carbono a cada almacén de cada estado (Cuadro 31). Seguidamente, utilizando una matriz, se calcularon los cambios que se producirían en los contenidos de carbono de la biomasa aérea y el suelo a consecuencia de la transición de un estado a

otro. Puesto que no todas las transiciones entre estados son posibles, se señalan en rosa las transiciones prohibidas. En el Cuadro 32 se presenta la matriz elaborada para la biomasa aérea, esta matriz nos indica, por ejemplo, que si se corta el bosque de referencia para transformarlo en un terreno agrícola se perderían 132.5 ton C ha⁻¹ en la biomasa aérea.

Cuadro 31. Carbono en los almacenes de biomasa aérea y suelo. Fuente: Covalada *et al.*, 2011a

Estado	Biomasa	Desviación	Suelo	Desviación
	(ton C ha ⁻¹)	estándar	(ton C ha ⁻¹)	estándar
BR	137.2	51.0	179.4	101.9
Bd	87.34	33.1	134.0	65.9
BM	77.6	29.5	125.1	58.8
A	51.7	12.5	109.8	13.6
AT	4.7	3.3	75.2	21.46
AP	2.03	2.3	47.6	24.9
P	3.22	2.8	84.0	26.2
SA	14.3	1.9	89.5	19.0
PFo	50.5	19.8	76.2	20.1
C	37.9	15.3	89.0	30.2
UH	0.0	0.0	54.5	2.8

BR: Bosque de referencia; Bd: Bosque degradado; BM: Bosque manejado; A: Acahual; AT: Agricultura temporal; AP: Agricultura permanente P: Potrero; SA: Sistema agroforestal; PFo: Plantación forestal; C: Cafetal; UH: Usos humanos

Para llevar a cabo el cálculo de las tasas de cambio anual entre almacenes primero se determinan los tiempos de paso de un estado a otro (en años) y después, operando las matrices de los Cuadros 32 y 33 se obtienen la tasa de cambio anual.

Los tiempos de paso para la biomasa aérea se presentan en el Cuadro 33 y el Cuadro 34 nos permite saber cuál va a ser la pérdida o ganancia de carbono media anual durante la transición de un estado a otro.

El Cuadro 33 nos indica, por ejemplo, que un potrero, tras ser abandonado, tardará 10 años en convertirse en un acahual arbóreo. Por último, de acuerdo a la matriz del Cuadro 34, por ejemplo, en el caso de un terreno utilizado para la producción agrícola de manera permanente, el establecimiento de una plantación forestal supondría una ganancia de 2.4 ton C ha⁻¹ anuales, durante 20 años.

El esquema mostrado para hacer operacionales los METs es similar al esquema del Plan Vivo de ordenamiento territorial comunitario, pero este último opera bajo una metodología participativa a nivel local y los METs son genéricos e independientes de decisiones a escala local particular. Los METs transforman las decisiones de ordenamiento en balances de carbono de los almacenes.

La ventaja de los METs es que pueden ser instrumentados en forma de niveles agregados (municipios, microcuencas, subcuencas, etc.), generando información rápida para evaluar decisiones relacionadas a los usos del suelo en una escala menor.

Cuadro 32. Matriz de estados y transiciones asociados a cambios en el almacén de biomasa aérea (ton C ha⁻¹) para el MET de la Figura 2. Fuente: Covaleda *et al.*, 2011a.



Estado inicial	Estado final										
	BR	Bd	BM	A	AT	AP	P	SA	PFo	C	UH
BR	0.0	-49.9	-59.6		-132.5	-135.2	-134.0	-122.9	-86.7	-99.3	-137.2
Bd	49.9	0.0	-9.7		-82.6	-85.3	-84.1	-73.0	-36.8	-49.4	-87.3
BM		9.7	0.0		-72.9	-75.6	-74.4	-63.3	-27.1	-39.7	-77.6
A	85.5			0.0	-47.0	-49.7	-48.5	-37.4	-1.2	-13.8	-51.7
AT				47.0	0.0	-2.7	-1.5	9.6	45.8	33.2	-4.7
AP				49.7		0.0	1.2	12.3	48.5	35.9	-2.0
P				48.5	1.5	-1.2	0.0	11.1	47.3	34.7	-3.2
SA				37.4	-9.6	-12.3	-11.1	0.0	36.2	23.6	-14.3
PFo				1.2	-45.8	-48.5	-47.3	-36.2	0.0	-12.6	-50.5
C	99.3	49.4	39.7	13.8	-33.2	-35.9	-34.7	-23.6	12.6	0.0	-37.9
UH				51.7	4.7	2.0	3.2	14.3	50.5	37.9	0.0



Cuadro 33. Matriz de tiempos de paso para la biomasa aérea entre los estados del MET de la Figura 2.



Estado inicial	Estado final										
	BR	Bd	BM	A	AT	AP	P	SA	PFo	C	UH
BR	0.0	5.0	5.0		1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	5.0	1.0
Bd	10.0	0.0	5.0		1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	5.0	1.0
BM		5.0	0.0		1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	5.0	1.0
A	20.0			0.0	1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	5.0	1.0
AT				10.0	0.0	1.0	1.0	5.0	20.0	10.0	1.0
AP				10.0		0.0	1.0	5.0	20.0	10.0	1.0
P				10.0	1.0	1.0	0.0	5.0	20.0	10.0	1.0
SA				10.0	1.0	1.0	1.0	0.0	20.0	5.0	1.0
PFo				5.0	1.0	1.0	1.0	5.0	0.0	5.0	1.0
C	20.0	10.0	10.0	5.0	1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	0.0	1.0
UH				10.0	1.0	1.0	1.0	5.0	20.0	10.0	0.0



Cuadro 34. Matriz de cambios anuales para la biomasa aérea entre los estados del MET de la Figura 2. Fuente: Covaleda *et al.*, 2011a.



Estado inicial	Estado final										
	BR	Bd	BM	A	AT	AP	P	SA	PFo	C	UH
BR	0.0	-10.0	-11.9		-132.5	-135.2	-134.0	-24.6	-4.3	-19.9	-137.2
Bd	5.0	0.0	-1.9		-82.6	-85.3	-84.1	-14.6	-1.8	-9.9	-87.3
BM		1.9	0.0		-72.9	-75.6	-74.4	-12.7	-1.4	-7.9	-77.6
A	4.3			0.0	-47.0	-49.7	-48.5	-7.5	-0.1	-2.8	-51.7
AT				4.7	0.0	-2.7	-1.5	1.9	2.3	3.3	-4.7
AP				5.0		0.0	1.2	2.5	2.4	3.6	-2.0
P				4.8	1.5	-1.2	0.0	2.2	2.4	3.5	-3.2
SA				7.5	-9.6	-12.3	-11.1	0.0	1.8	4.7	-14.3
PFo				0.2	-45.8	-48.5	-47.3	-7.2	0.0	-2.5	-50.5
C	5.0	4.9	4.0	2.8	-33.2	-35.9	-34.7	-4.7	0.6	0.0	-37.9
UH				5.2	4.7	2.0	3.2	2.9	2.5	3.8	0.0



En términos generales, la fusión de los METs y el estándar Plan Vivo puede realizarse bajo el siguiente esquema operacional (usando plataformas de internet):

- Para cualquier esquema de regionalización de Chiapas, cada región tendrá matrices de estados y transiciones del carbono de los cinco almacenes del IPCC, así como información de su dinámica. La dinámica del carbono en la matriz será considerada por actividad productiva, de conservación o evento de siniestro, tal como ya se discutió en relación al desarrollo de los METs (Anexo 1)
- Adicionalmente a la información relacionada con la dinámica del carbono por estados y transiciones, cada transición tendrá asociado su costo de oportunidad (análisis de beneficio-costos).
- Un usuario cualquiera en una región dada, puede evaluar su potencial en los mercados del carbono usando un formato predefinido en línea, similar al del esquema Plan Vivo de ordenamiento territorial. El usuario introduce información de las superficies de los diferentes usos actuales y de los futuros, así como las fechas de inicio de los cambios y el tiempo que mantendrá los usos futuros. El sistema generará en automático el balance de emisiones de CO₂ y proyectará las ganancias/pérdidas a futuro.
- A nivel interno, el sistema evaluará el costo de oportunidad local:

$$CO = \frac{\sum_{i=1}^n A_i (B_i - C_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2)$$

donde:

CO = Costo de oportunidad (promedio ponderado) equivalente asociado al predio/comunidad.

A_i = Área del uso actual de la clase/subclase i de uso del suelo

B_i = Beneficio económico asociado a la actividad productiva de la clase/subclase i de uso del suelo.

C_i = Costo económico asociado a la actividad productiva de la clase/subclase i de uso del suelo.

Con el costo de oportunidad, usando un algoritmo de árbol de decisión, se evaluarán económicamente los cambios propuestos y se generará un reporte de la viabilidad económica (incluidas las compensaciones de los mercados del carbono) de los cambios propuestos en los usos del suelo. Reyes *et al.* (2011) realizaron este tipo de ejercicio para el MET genérico de la Figura 2.

- En caso de que el usuario se interese en desarrollar el ordenamiento territorial propuesto, AMBIO y asociados podrán contactarlo y discutir la asistencia técnica de su proyecto, así como otras consideraciones.

El esquema anterior puede realizarse, junto con protocolos de MRV, para que Chiapas

genere un estándar propio del mercado del carbono, más allá del Plan Vivo o extienda y masifique este estándar.

3.8. Oportunidades de mitigación en el sector no forestal

Para poder tener estimados del impacto de buenas prácticas agropecuarias asociadas a REDD+, en esta sección se evalúan las actividades con mayor potencial en Chiapas.

Considerando sólo cultivos de temporal de maíz, el Cuadro 35 muestra las emisiones evitadas por quema de residuos agrícolas en Chiapas. Las ganancias de carbono orgánico en los suelos (COS) por labranza de conservación también están mostradas en el Cuadro 31.

Cuadro 35. Emisiones de gases de efecto invernadero (CH₄, CO y N₂O) derivadas de la quema de residuos agrícolas (caña de azúcar y maíz) en el año 2010 para Chiapas (Fuente: Maldonado y Paz, 2011, no publicado; Maldonado *et al.*, 2011)

Caña de azúcar		Maíz		
Emisión evitada GEI (ton CO ₂ eq)	Superficie cosechada (ha)	Emisión evitada GEI (ton CO ₂ eq)	Captura COS (ton CO ₂ eq)	Superficie cosechada (ha)
33,628	28,949	573,183	595,991	677,263

La Figura 48 muestra la distribución de suelos orgánicos (*e.g.* histosoles y suelos fuertemente húmicos) en Chiapas, en áreas de agricultura de temporal y riego y pastizales cultivados y el Cuadro 36 muestra los contenidos de carbono orgánico en los suelos (COS) en los primeros 30 cm de profundidad para el Estado de Chiapas.

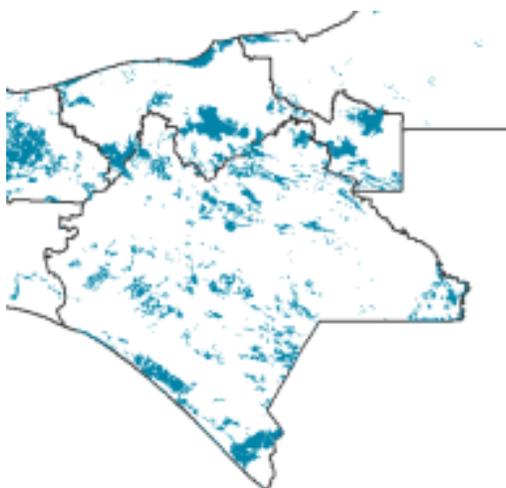


Figura 48. Distribución geográfica de los suelos con mayor contenido orgánico en Chiapas, en áreas de agricultura (riego y temporal) y pastizales cultivados (Cruz y Paz, 2011, no publicado)

Cuadro 36. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo (COS) en tierras agrícolas o ganaderas que presentan suelos con más de 150 ton C ha⁻¹ para Chiapas (Cruz y Paz, 2011, no publicado)

Tipo de uso	Superficie (has)	COS (millones t)
Agricultura de Riego	36,923.8	7,421.2
Agricultura de Temporal	324,996.5	76,057.3
Pastizal Cultivado	440,160.0	127,514.8

Los ejemplos mostrados definen un potencial importante de mitigación de GEI o captura de carbono asociado a buenas practicas agropecuarias.

3.9. Sistemas MRV multi-escala en Chiapas

Los sistemas de medición/monitoreo, reporte y verificación deben ser estructurados para considerar la conjunción de los factores de emisión y los datos de actividad. En relación a los datos de actividad o mapas de uso del suelo, el caso de evaluar la deforestación está relativamente bien estandarizado usando sensores remotos (GOFC-GOLD, 2010). El monitoreo de la conservación tampoco implica complejidades importantes, mientras que el manejo forestal sustentable está focalizado a áreas con planes de manejo autorizados por la SEMARNAT, que incluyen protocolos tipo MRV. La degradación forestal y el incremento en los almacenes de carbono son las actividades más críticas del sistema MRV en Chiapas, de acuerdo a las evaluaciones realizadas previamente en este informe.

El énfasis de este apartado es en relación a la medición y monitoreo, ya que la parte de reporte y verificación sigue en proceso de estandarización en las negociaciones internacionales.

MRV multi-escala de datos de actividad

En términos de sensores remotos pasivos (ópticos) o activos (radar y lidar) es posible generar datos de actividad al nivel de todo Chiapas. Los sensores remotos en plataformas espaciales permiten tener una cobertura espacialmente exhaustiva y tiempos de revisita relativamente cortos (1-35 días) dependiendo del diseño del sensor y su resolución espacial. Así, es posible extender las mediciones terrestres tipo inventarios al calibrar los productos satelitales y generar estimaciones de mayor cobertura. La estrategia de fusionar información terrestre y satelital ha sido propuesta como la mejor opción para el diseño e implementación del sistema MRV de REDD+ (GOFC-GOLD, 2010).

En relación a la necesidad de armonización de las escalas locales con la estatal y esta, a su vez, con la nacional para la construcción de los escenarios de referencia, Paz (2009b; 2010c) ha planteado un sistema de monitoreo satelital multi-escala para el caso de los sensores ópticos (Figura 49), el cual puede extenderse al caso de otros tipos de sensores (Paz *et al.*, 2009c). Este esquema de integración espacial de sensores de diferente resolución y tiempos de revisita permite el monitoreo continuo de la superficie terrestre, más allá de las limitaciones de los sensores específicos. La fusión de la información satelital requiere de desarrollos de productos que sean invariantes a escala, o que

consideren el escalamiento en forma explícita. Por ejemplo, no es válido promediar la reflectancia (la proporción de radiación reflejada por la superficie terrestre en relación al incidente) de pixeles de menor tamaño para obtener la de un pixel de mayor dimensión (Tian *et al.*, 2002; Zarco *et al.*, 2007). Tampoco es válido realizar esta operación para índices espectrales de la vegetación derivados de datos de reflectancia de las bandas disponibles en los sensores remotos, a menos que se cumplan ciertas condiciones (Chen, 1999).

El uso de un enfoque multi-escala en el monitoreo de la superficie terrestre permite usar toda la información disponible, particularmente los sensores remotos con productos satelitales gratuitos. En términos generales, la información disponible con los sensores ópticos es similar al uso de las tecnologías radar y lidar. En esta perspectiva, la revisión mostrada más adelante se enfoca principalmente a los sensores ópticos, aprovechando la disponibilidad gratuita (hasta ahora) de imágenes de los satélites Landsat y la licencia multi-temporal de México (ERMEXs) para la adquisición de imágenes de la constelación de satélites Spot. El caso de las imágenes radar y lidar requiere de consideraciones de costos asociados y de tiempos de revisita, aunque México ha realizado una serie de acuerdos que facilitan esta tarea, permitiendo la integración de estos sensores con los ópticos.

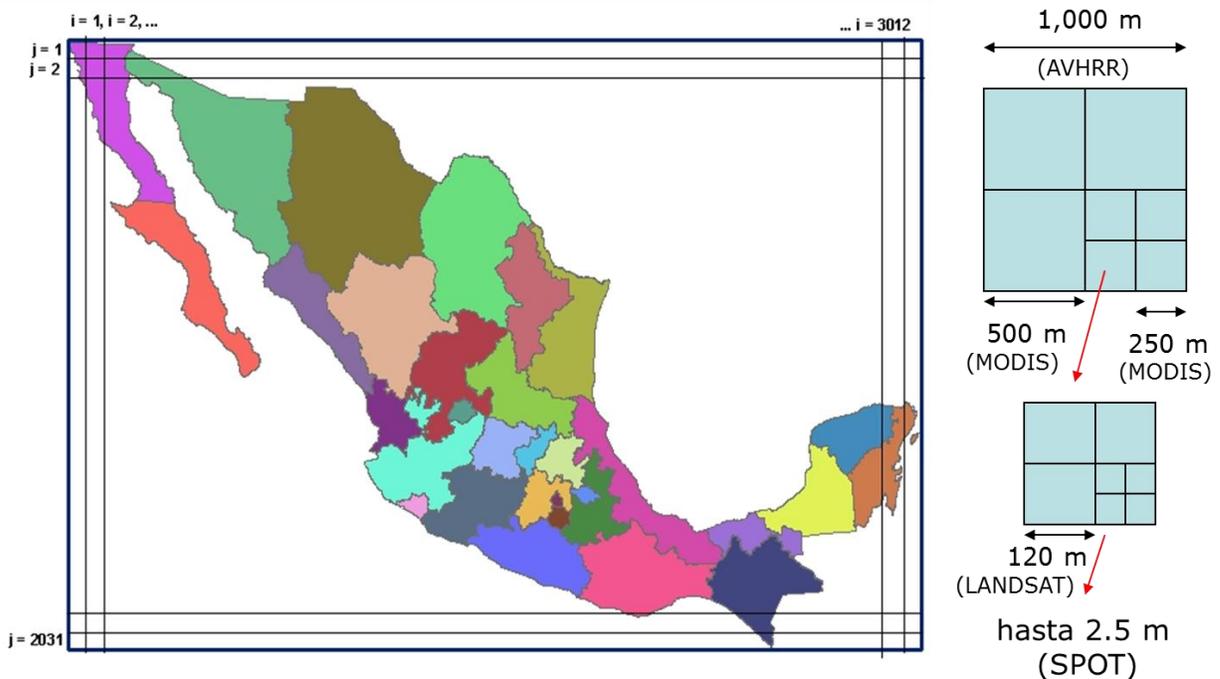


Figura 49. Diseño del sistema MRV multi-escala para sensores ópticos (Fuente: Paz, 2009b)

Patrones interanuales de productos satelitales y su asociación al MRV de REDD+

Usando índices espectrales de la vegetación (IV) de sensores ópticos generados a partir de dos bandas espectrales contrastantes (rojo: R e infrarrojo cercano: IRC) (Paz *et al.*, 2007), como relacionados a la cantidad de follaje de la vegetación o cobertura aérea

(relacionadas alométricamente con la biomasa aérea), podemos analizar sus patrones interanuales para caracterizar el tipo de proceso asociado a REDD+ que se presenta a nivel de pixeles individuales (Figura 46).

En la Figura 50 se muestran en forma esquemática los patrones interanuales de un IV para el caso de deforestación, conservación, degradación y regeneración (incremento del almacén de la biomasa aérea). Los IV son generados a partir de los valores pico del follaje por el crecimiento de la vegetación durante el año y pueden determinarse fácilmente de las imágenes satelitales.

Un pixel particular de una imagen satelital también puede presentar patrones mixtos, tal como se muestra en la Figura 51 para el caso de deforestación y regeneración (acahuales). Asimismo, los patrones pueden incluir un comportamiento cíclico o irregular, producto de los efectos climáticos en el crecimiento de la vegetación.

La caracterización (escenario de referencia para datos de actividad) del tipo de proceso ocurriendo en un pixel y de ahí, el de un conjunto de pixeles en un predio o comunidad, permite definir el impacto relativo de estos procesos en el escenario de referencia a esa escala.

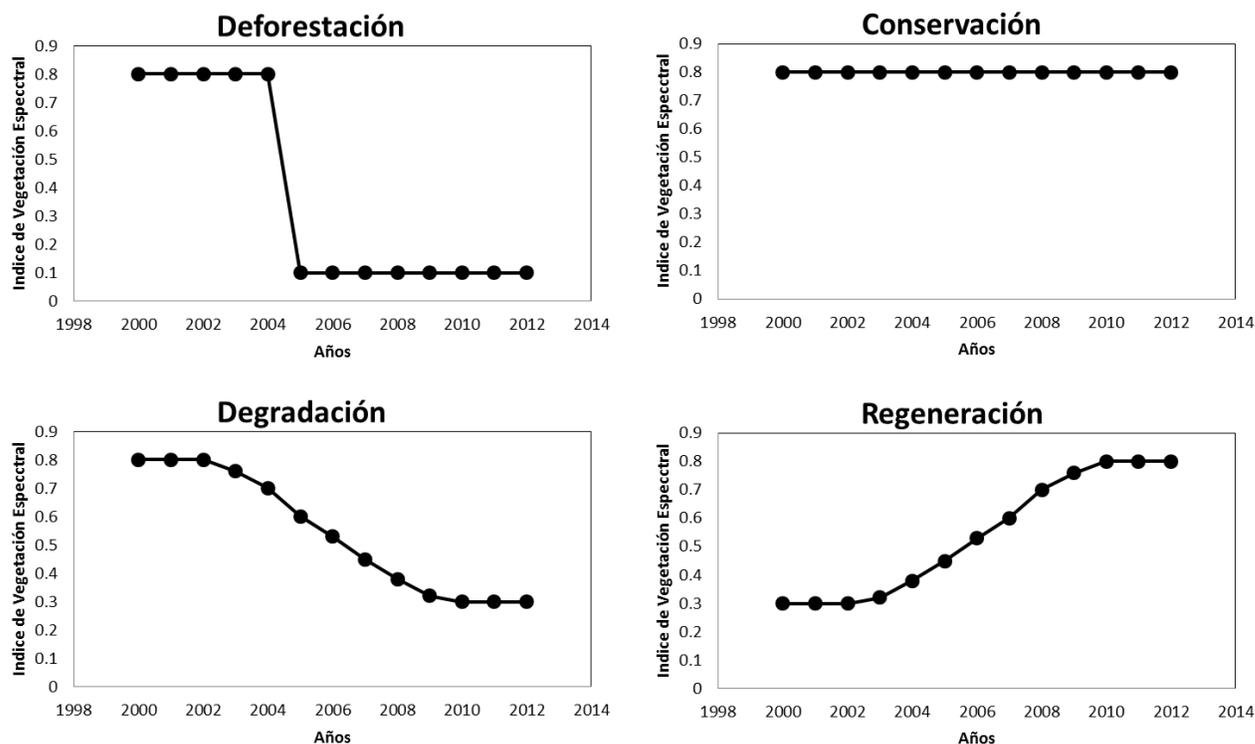


Figura 50. Patrones esquemáticos interanuales de los IV para los componentes de REDD+. Fuente: Paz, 2009, no publicado

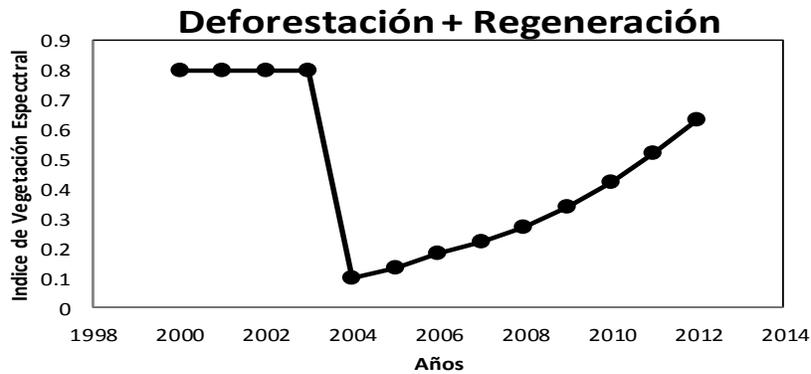


Figura 51. Patrones esquemáticos interanuales de los IV para componentes mixtos de REDD+. Fuente: Paz, 2009, no publicado

Para el manejo forestal sustentable, la Figura 52 muestra el patrón interanual esperado en términos de densidad de carbono, el cual puede ser mapeado a índices espectrales de la vegetación.

En el caso de los sensores ópticos, al igual que con radar, la señal del satélite se satura cuando la cantidad de biomasa pasa de cierto umbral, definiendo su limitación.

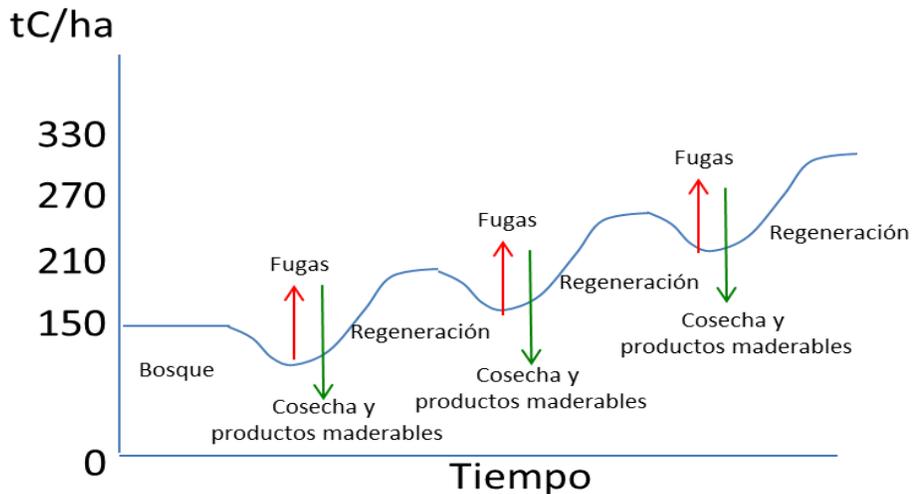


Figura 52. Patrones esquemáticos interanuales de la densidad del carbono para el manejo forestal sustentable. Fuente: Challenger, 2010, no publicado.

Patrones intra-anales de productos satelitales y su asociación al MRV de REDD+

La discusión de los patrones interanuales permite obtener información razonable sobre qué componente predomina a escala de píxeles individuales en periodos de análisis más o menos largos. En el caso de los patrones intra-anales, con un enfoque de monitoreo tipo preventivo o con mayor énfasis en los cambios que ocurren durante un año, es necesario contar con información de varias tomas satelitales durante el año en revisión. Esta

situación se puede cubrir razonablemente con imágenes Landsat y Spot, usando un procesamiento pixel por pixel, para reducir los efectos de la nubosidad (Paz *et al.*, 2009c; Medrano *et al.* 2011).

Los patrones intra-anales asociados a un índice espectral de la vegetación pueden ser caracterizados usando curvas espectrales del crecimiento. Por ejemplo, la Figura 53 muestra el modelo de curva paramétrica asociada al índice NDVI_{cp} (Paz *et al.*, 2007). En este caso la curva es del tipo unimodal. Este tipo de modelos fue diseñado para parametrizar con pocos datos las curvas usando transformación no lineales que hacen que los segmentos del crecimiento espectral se aproximen por segmentos de líneas rectas para reducir la complejidad operacional de los ajuste (Paz *et al.*, 2011b).

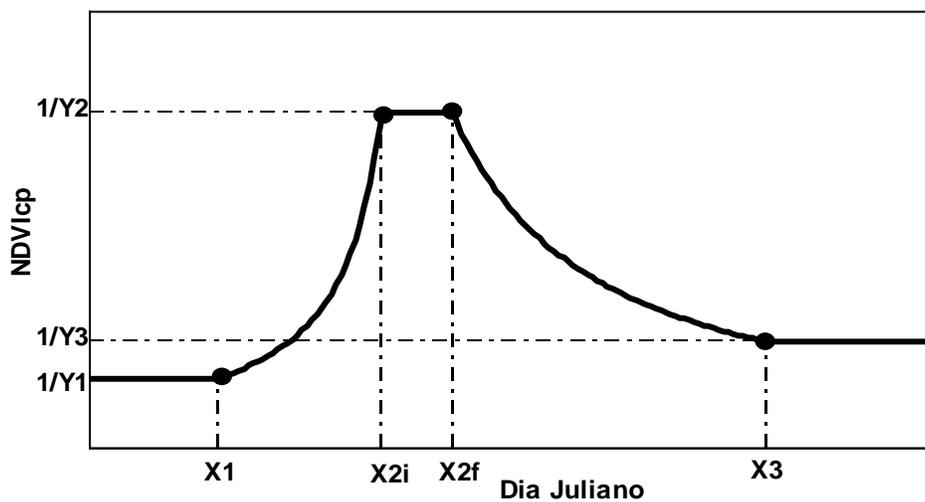


Figura 53. Modelo paramétrico espectral del crecimiento usando el índice NDVI_{cp}. Fuente: Paz *et al.*, 2011b

En la Figura 54 se muestra un modelo generalizado asociado al índice IVIS (Paz *et al.*, 2011a), donde la curva de crecimiento puede tener potencialmente tres picos (comportamiento observado en pastizales cultivados en Tabasco). La parametrización de la curva de crecimiento del IVIS se realiza a través de transformaciones no lineales de éste (Paz *et al.*, 2011a).

Los índices espectrales de la vegetación discutidos, así como los modelos paramétricos del crecimiento espectral anual de la vegetación son la base del sistema MRV ganadero de la SAGARPA (CGG-SAGARPA y COLPOS, 2009; Paz, 2011b; Paz *et al.*, 2011g), el cual tiene asociado un sistema de monitoreo terrestre para su calibración y validación (Casiano *et al.*, 2011)

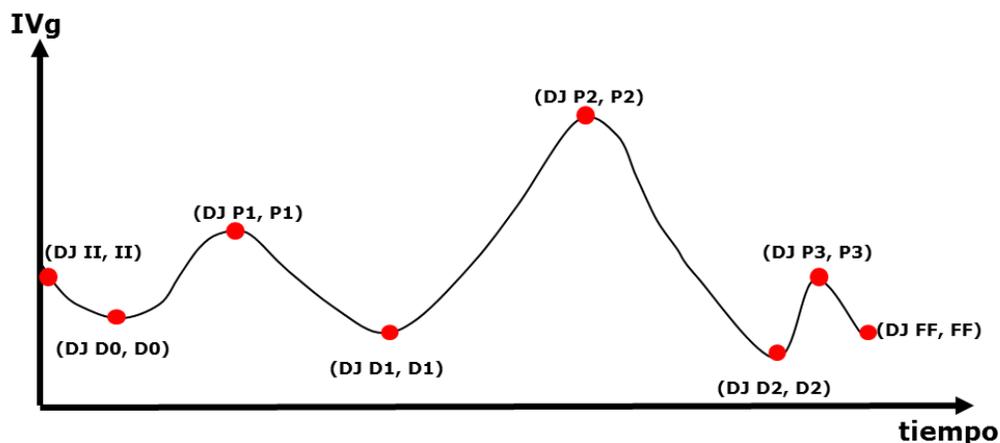


Figura 54. Modelo paramétrico espectral del crecimiento usando el índice IVg (IVIS). Fuente: Paz *et al.*, 2011a)

La ventaja de utilizar modelos paramétricos intra-anales del crecimiento de la vegetación es que se pueden utilizar para detectar eventos drásticos en el crecimiento (huracanes, incendios, deforestación) y, en forma más limitada, degradación y regeneración.

La Figura 55 muestra un ejemplo de un pixel asociado a imágenes satelitales del sensor MODIS (resolución espacial de 250 m x 250 m), para el año que se presentó el impacto de un huracán y el año posterior. En el tiempo del impacto del huracán, el follaje de la vegetación se perdió y el IV cayó a valores prácticamente de cero. En el año posterior, además de no presentarse el pico primaveral asociado a floración, los valores del pico de vegetación en la época de lluvias cayeron a valores muy bajos en relación a los valores reportados antes del impacto del huracán. Así, este tipo de aplicaciones puede ser extendido, algorítmicamente, para analizar eventos de alta intensidad similares.

Medición/monitoreo de la degradación forestal

El reto más importante del MRV, particularmente para Chiapas, es la medición y monitoreo de la degradación/regeneración (incremento del almacén de biomasa viva) de los bosques. Aunque el concepto de degradación forestal aún está en la arena de discusión internacional, no hay un método que sea aceptado en forma más o menos general (Olander *et al.*, 2008; GOF-C-GOLD, 2010; Herold *et al.*, 2011a y b);).

Una forma de caracterizar la degradación en términos teóricamente sólidos, es analizar espacios espectrales transformados que hacen que la trayectoria del crecimiento de la vegetación siga una línea recta, bajo la consideración de que el sustrato (sotobosque o suelo desnudo) se mantiene (Paz *et al.*, 2009b). El concepto es aplicable a cualquier par de bandas espectrales de las imágenes satelitales (Paz *et al.*, 2009a y 2010b). Por ejemplo, en la Figura 56 se muestra esquemáticamente el crecimiento de la vegetación en un pixel usando los espacios de la banda del rojo (R) y del infrarrojo cercano (IRC), donde IVPP es una transformación espectral obtenida usando ambas bandas (Paz *et al.*, 2009a). En la misma figura cada punto de la trayectoria lineal muestra el día juliano del año (1 a 365) asociado.

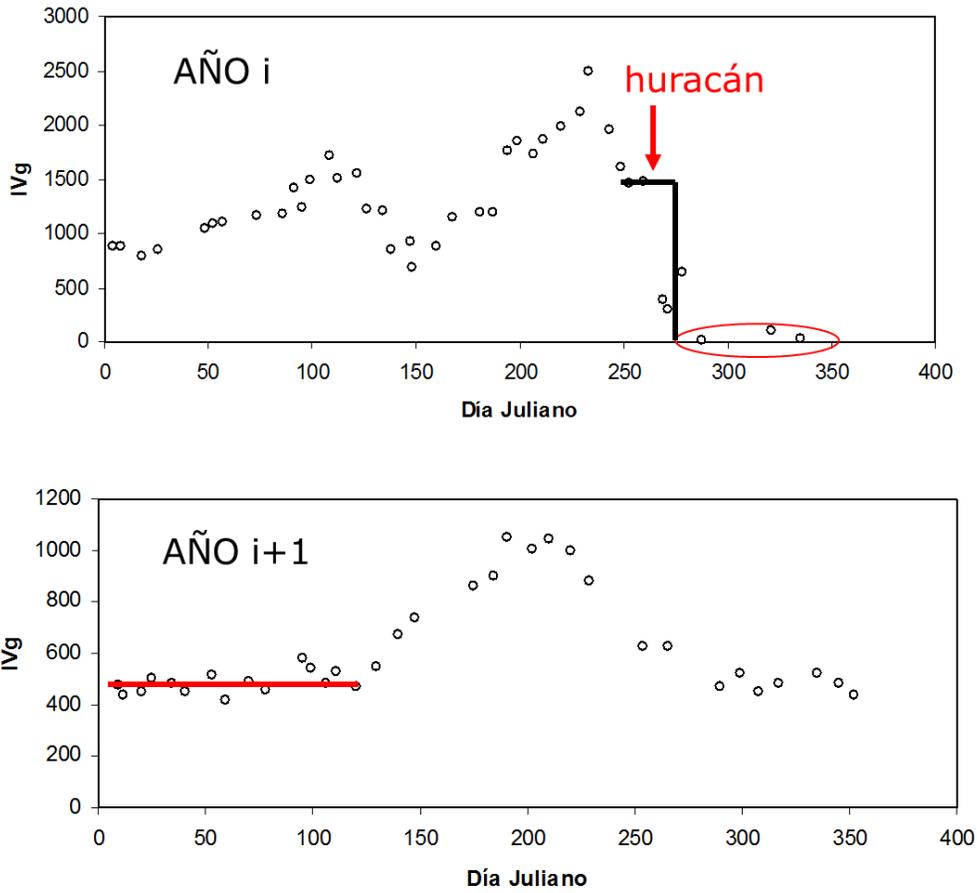


Figura 55. Efecto del impacto de un huracán en un pixel de una imagen satelital del sensor MODIS, usando el índice IVIS (IVg). Fuente: Paz, 2009, no publicado

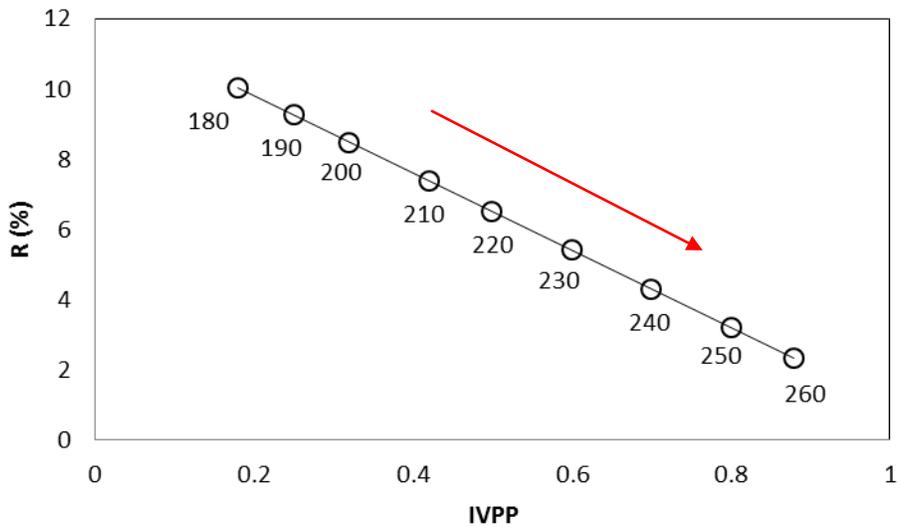


Figura 56. Esquema del crecimiento de la vegetación para diferentes días julianos, la dirección de la flecha implica crecimiento. Fuente: Paz, 2009, no publicado.

La ventaja del esquema de la Figura 56 es que cualquier reversión (degradación forestal o deforestación) se asocia a una condición del crecimiento de la vegetación. Esto puede ser usado para detectar en forma rápida eventos extremos o de manejo no planeado del recurso forestal.

El valor de la banda del R para el valor máximo del IVPP puede, generalmente, ser asociada a la condición de un medio infinitamente denso de follaje (el valor de R no cambia al seguir incrementándose el follaje).

El esquema de la Figura 56 es válido también para los patrones interanuales del crecimiento de la vegetación (Paz, 2010a). La Figura 57 muestra un caso de estudio de bosques con diferentes métodos de extracción de arbolado (degradación) para Brasil (Souza *et al.*, 2005). Los valores de R e IVPP representan el promedio de píxeles de imágenes Landsat en la zona de estudio, después de su pre-procesamiento para quitar efectos atmosféricos (Souza *et al.*, 2005). Los valores asociados a los puntos de los gráficos de esta figura representan el número de años después de ocurrida la degradación forestal (año 0). Se observa que los patrones interanuales son similares a los de la Figura 56, pero en términos anuales (primero hay una reducción de la vegetación y después un incremento, hasta aproximarse al punto original de la condición antes de las extracciones).

Con el fin de caracterizar la degradación y los diferentes tipos de ésta (métodos de extracción), podemos graficar los parámetros de las líneas rectas (r_2 = intersección y s_2 = pendiente) de cada método de extracción (Paz, 2010a). Graficando estos parámetros se puede generar un gráfico como el de la Figura 58.

En la Figura 58 se pueden distinguir los diferentes métodos de extracción usados en forma razonable. El que todos los puntos caigan sobre una misma línea recta implica simplemente que representan el mismo tipo de bosque, aunque con diferentes manejos. El gráfico de la Figura 58 caracteriza los cambios en el sustrato del bosque (r_2), planteando el problema de caracterizar la degradación en forma alterna a los esquemas clásicos usados. Así, un bosque con extracción de arbolado y quemado tiene un sustrato más oscuro (valor de r_2 pequeño) y uno con extracción no mecanizada, que implica el derrumbe de árboles y abandono de material en el piso, tiene un sustrato más claro (valor de r_2 grande).

La metodología discutida ha sido parcialmente implementada en Chiapas por los autores de este informe, obteniéndose buenos resultados. Esta propuesta (tomando en cuenta algunas consideraciones) permite el desarrollo de métodos operacionales para evaluar la degradación y deforestación, además de eventos tipo extremo.

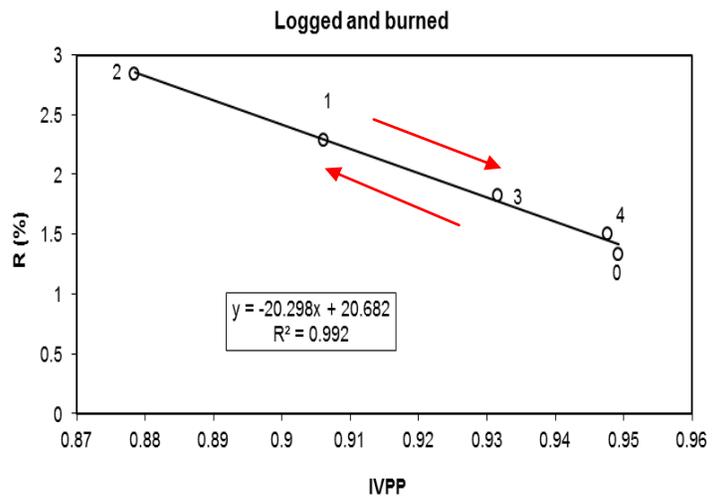
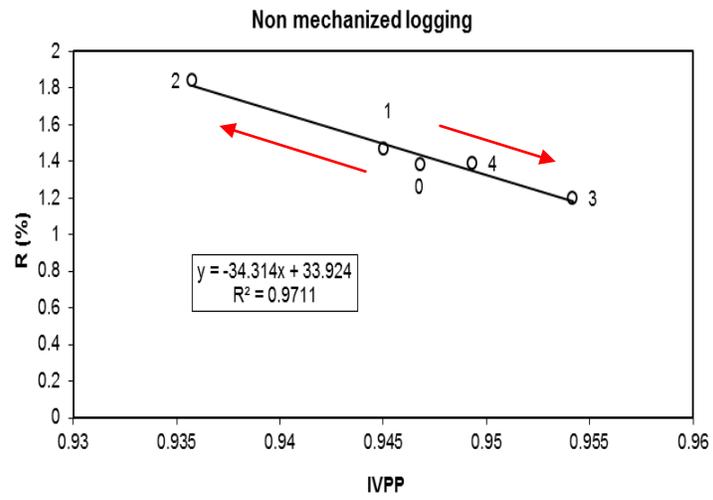


Figura 57. Patrones en el espacio IVPP-R asociados a dos métodos de extracción del arbolado, mostrando el número de años después del evento (año 0). Fuente: Paz, 2010a

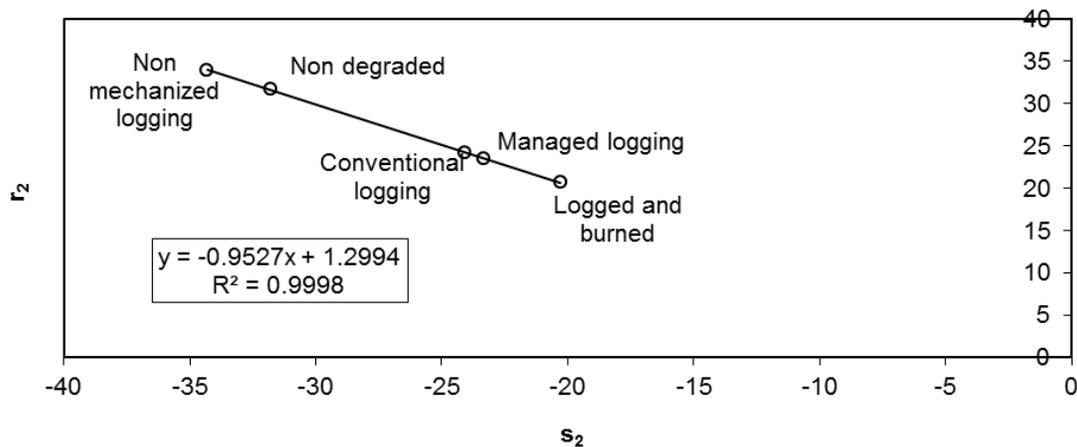


Figura 58. Espacio meta-paramétrico s_2 - r_2 para diferentes métodos de extracción del arbolado en un bosque de Brasil. Fuente: Paz, 2010^a

3.10. Co-beneficios de REDD+ y sistemas MRV

En una perspectiva de servicios integrales del bosque, donde el bosque está ubicado en la parte media y alta de una cuenca hidrográfica, éstos pueden plantearse en tres básicos asociados a mercados: carbono, agua y biodiversidad (Ecosystem Marketplace, 2009; Madsen *et al.*, 2011; Stanton *et al.*, 2010). Estos servicios ambientales están interrelacionados entre sí: (a) la conservación de cobertura boscosa garantiza la captación de agua y permite cambiar el régimen de precipitación-escurrimiento (erosión-sedimentación asociada); aunque en el caso del agua no es necesaria una cantidad de carbono grande en la biomasa aérea, sino solo la necesaria para que la respuesta hidrológica llegue a su punto máximo (saturación), sin considerar que el carbono (vegetación) provenga de sistemas biodiversos o no; (b) en el caso de la biodiversidad, dada una condición de degradación/perturbación inicial del bosque, el mantenimiento e incremento de los almacenes de carbono incrementa este servicio (escala de paisaje), aunque desde el punto de vista de estructura y composición de la vegetación esta sea reducida (en relación a un sistema no perturbado). En lo general, dada una condición inicial del sistema vegetación-suelo, el evitar pérdidas del carbono forestal está directamente asociado a los servicios ambientales agua y biodiversidad.

Usando una escala específica de análisis (predio, subcuenca-microcuenca, municipio, región), es posible desarrollar métricas o indicadores del estado de un servicio ambiental, de tal forma que se puedan establecer líneas base (escenarios de referencia), para evaluar el impacto de prácticas de manejo o políticas públicas. Para analizar la liga de tasas de deforestación / degradación forestal con agentes, causas y factores asociados con estas categorías, es necesario ser consistente con el objetivo de REDD+ (evitar la deforestación y degradación forestal, conservación, manejo forestal sustentable, aumento de los almacenes de carbono en los bosques) para realizar estimaciones de carbono, integrando las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisión. Así, en forma esquemática, aplicando una metodología de fusión de información terrestre y satelital,

podemos generar un escenario de referencia histórico, como el mostrado en la Figura 59a (líneas punteadas mostrando intervalos de confianza de las estimaciones), sólo considerando los almacenes más importantes: biomasa viva y suelo. En los análisis de agentes, causas y factores, bajo la perspectiva de emisiones netas (solo forestales), estos deben hacerse en términos de tasas de “descarbonización”. La conservación y mejoría de almacenes y el manejo sustentable del bosque presenta patrones de descarbonización como los mostrados en la Figura 59a. La utilidad mínima de un sistema de clasificación de los usos del suelo a una escala dada es que permite entender la dinámica asociada a las actividades forestales en forma gruesa: deforestación, degradación, conservación y regeneración/incremento de carbono, permitiendo entender en términos de datos de actividad y densidad carbono la dinámica de uso del suelo a nivel de comunidad. De esta forma es posible, al considerar también los cambios en los usos del suelo agrícolas, pecuarios y urbanos, el desarrollar planes de ordenamiento comunitarios e integrarlos a la escala municipal. Algo similar puede hacerse bajo la perspectiva de servicios ecosistémicos (agua y biodiversidad), pero con la limitación de que las métricas o indicadores a la escala local no son simples acumulados a la escala regional.

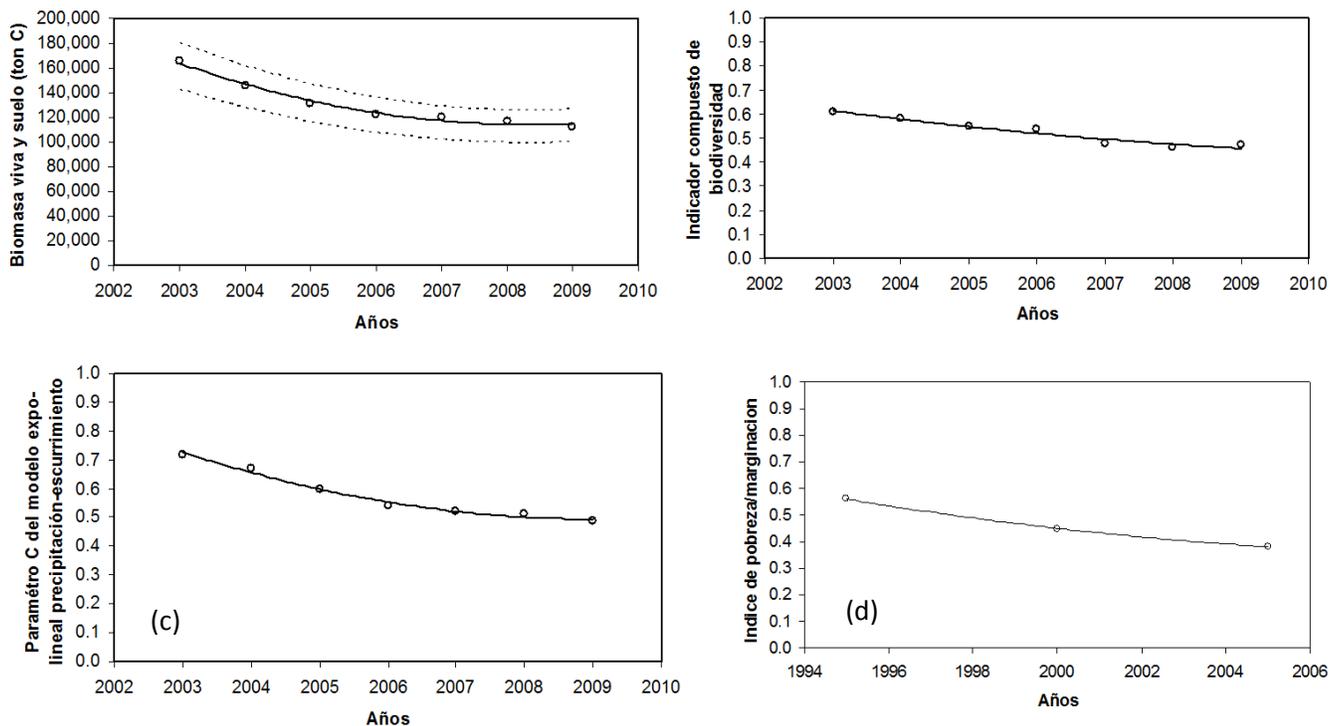


Figura 59. (a) Escenario de referencia en carbono para una escala dada (incluye la regeneración), en términos netos, donde se muestran los intervalos de confianza de las estimaciones (líneas punteadas); (b) escenario de referencia de la biodiversidad para una subcuenca usando un indicador compuesto (ponderado) de riqueza/diversidad y conectividad/fragmentación, normalizado para tener un valor máximo posible de 1.0; (c) escenario de referencia asociado a la variable de la pendiente de la relación precipitación-escorrentía en una subcuenca; y, (d) escenario de referencia histórico para el índice de pobreza/marginación de un municipio; donde el índice está normalizado para tomar un valor máximo de 1.0

Como primera aproximación, usando solo información relacionada a los sensores remotos, se pueden establecer métricas de biodiversidad a la escala regional (Strand *et al.*, 2007), particularmente las asociadas a riqueza/diversidad y conectividad/fragmentación, de tal manera que el carbono a la escala regional es calificado en esta perspectiva, diferenciándolo del “carbono degradado y fragmentado”. Eso permite focalizar esfuerzos de conservación biológica y paisajista en términos administrativos (municipios) o agregarlos en términos funcionales-administrativos: áreas naturales protegidas y corredores biológicos. Este enfoque de calidad del carbono puede ser usado como una estrategia de valoración adicional para ligarlo a la Convención de Diversidad Biológica o mercado voluntario (Madsen *et al.*, 2011). Así, la Figura 59b muestra un ejemplo del escenario de referencia de la diversidad biológica para la escala de una subcuenca. Es importante enfatizar que el uso de cualquier métrica de biodiversidad sufrirá de incompletez y sesgo, por lo que es necesario continuar con este tipo de desarrollos. No obstante lo anterior, la aplicación sistemática a nivel regional en Chiapas permitiría la intercomparabilidad de los escenarios de referencia. Ejercicios similares al mostrado en la Figura 59b pueden hacerse para otro tipo de regionalizaciones, para tener una visión de escala más integral del territorio.

En el caso de los servicios hidrológicos (Stanton *et al.*, 2010); dependientes del tipo de suelo y uso del suelo o cobertura aérea, principalmente, se puede usar la información de los sensores remotos para parametrizar en forma estándar la respuesta precipitación-escurrimiento (Paz *et al.*, 2009a y 2010b), como primera aproximación. Para esto podemos analizar la respuesta hidrológica de una subcuenca en términos de un solo parámetro (*e.g.* número de curva) (Paz, 2009a) que defina en forma cuantitativa el efecto de REDD+ a nivel subcuenca. La Figura 59c muestra esta situación para una subcuenca, usando el parámetro C del modelo expolineal precipitación-escurrimiento (Paz, 2009a).

Finalmente, en relación a los factores socioeconómicos de impacto de REDD+, se puede usar la información disponible para construir un indicador compuesto de pobreza y marginación, entre otros, para definir un escenario de referencia de los posibles co-beneficios de REDD+. En la implementación operacional podría ser posible recabar estadísticas a una escala dada que permitan tener una mejor idea de las condiciones locales de los propietarios/apropiantes/tenedores de la tierra. Esto puede ser implementado, iniciando con el sistema de estadísticas socioeconómicas disponibles a las escalas de localidades, AGEBs (Áreas Geo Estadísticas Básicas del INEGI) y municipios. La Figura 59d muestra en forma esquemática esta posibilidad para un municipio de una subcuenca.

De este tipo de análisis y otros similares a nivel nacional y en otros estados, sobresale la necesidad de integrar las políticas públicas forestales con las agrícolas y pecuarias (Proarbol, Procampo y Progran, entre otros) (Paz, 2010b; 2011b). En este sentido, el suelo como sustrato de todas estas actividades sectoriales, además del agua, permite unificar criterios de planeación e incidencia de las políticas públicas a nivel de comunidades, asociando el MRV de REDD+ con el de los programas actuales (y futuros) de gobierno.

3.11. Escalas de implementación e intervención en servicios ambientales y REDD+

En relación a la escala local de implementación de REDD+ y su MRV, el régimen de propiedad y acceso a los recursos forestales, impone un límite inferior. En términos de propiedad se pueden definir grandes clases: privada, social y federal. En el caso de la propiedad social (ejidos, comunidades, etc.), existen diferencias: propiedad individual (parcelada) y tierras de uso común. Dada la escala posible de un MRV operacional (unidad mínima de mapeo de 1 ha, asociada a la definición de bosque – actividad pendiente de definir en México), el caso de la propiedad social solo se considera como asociada a una “persona moral”, por lo que la poligonal envolvente define el límite de propiedad y la escala de implementación del MRV. Por ejemplo, la Figura 60 muestra la distribución de las poligonales de propiedad en el Estado de Chiapas, con la delimitación geográfica de los municipios.

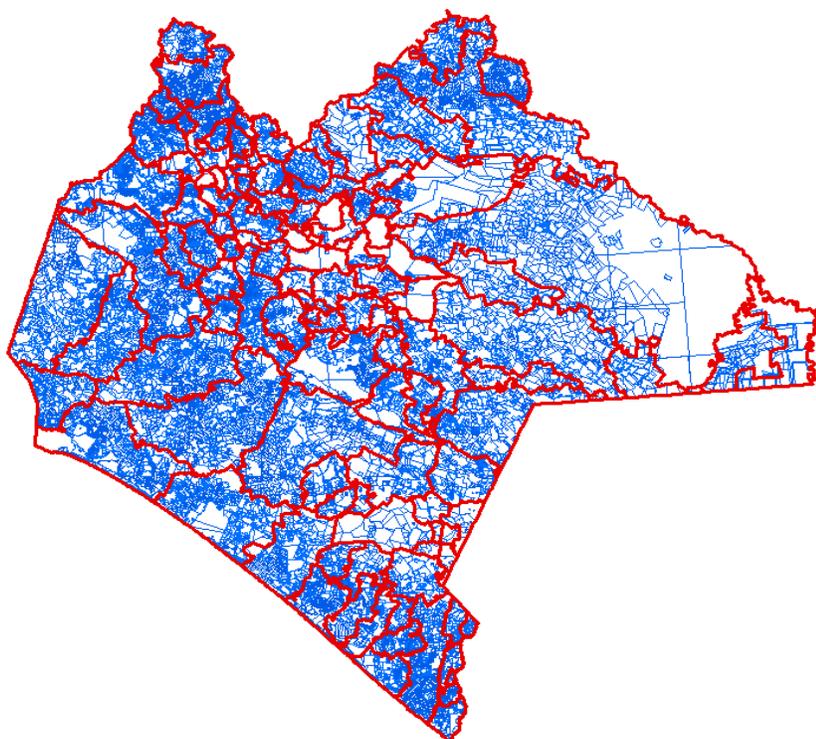


Figura 60. Poligonales de las propiedades en el estado de Chiapas y los municipios. Fuente: Paz *et al.*, 2011i

Si se adopta la escala local como la asociada a las poligonales de las propiedades, esto define la escala mínima de aplicación y de actores para REDD+: comunidades (propiedad privada y social; la federal requiere de otro tipo de análisis). Así, en las comunidades de Chiapas, dentro de áreas definidas como bosque, es necesario definir sus escenarios de referencia individuales y analizar el impacto de las políticas públicas (ProArbol, ProCampo, ProGan; entre otras). Desde el punto de un MRV y del desarrollo de escenarios de referencia, esto implicaría usar una malla (en formato raster) nacional con resolución de 1 ha para estimar el carbono (datos de actividad y factores de emisión). Aunque

técnicamente es posible dados los insumos satelitales disponibles en México y la red de medición terrestre (*e.g.* INFyS y otros), la liga de la escala local a la estatal y nacional requiere de una metodología consistente y comparable. La ventaja del enfoque local es que es posible construir escenarios de referencia a escalas mayores sin dificultad, hasta el nivel nacional. En el caso del enfoque estatal o nacional, no es posible realizar esta actividad, ya que la escala mayor impone restricciones a la posibilidad de disminuir la escala de aplicación.

En relación a los co-beneficios asociados a la implementación de REDD+, así como por cuestiones operacionales, la evaluación de la biodiversidad, impactos socioeconómicos, servicios hidrológicos, etc. requiere de la construcción de una escala intermedia entre las comunidades y los estados y de allí la integración de los estados en país. La escala de la información disponible impone una restricción a los indicadores asociados a los co-beneficios. Por ejemplo, en relación a indicadores socio-económicos (pobreza, marginación, etc.), esta información (INEGI) está disponible a nivel de localidades y AGEBS, por lo que se requiere una escala de integración para poder asociarla a REDD+. En esta misma línea, independientemente de la liga de biodiversidad y carbono, al menos caracterizada en términos de la información disponible en el sistema de monitoreo terrestre y de los mapas de uso del suelo (*e.g.* bosque conservado vs degradado; predominancia de estratos, etc.), es necesario definir una escala de integración (escenarios de referencia) que permita evaluar la conectividad/fragmentación y riqueza/diversidad del paisaje. En el caso de servicios hidrológicos, la noción de integración es más natural: cuenca-subcuenca-microcuenca.

En la perspectiva de políticas públicas, el ordenamiento territorial es un elemento conductor que debe ser considerado en el MRV de REDD+. Partiendo de los ordenamientos comunitarios, los ordenamientos municipales definen los límites administrativos y legales mínimos de la integración. Así, el municipio debe ser considerado como una referencia regional (intermedia entre las comunidades y el estado; Figura 56), para definir escenarios de referencia, el MRV y el sistema asociado de evaluación de indicadores de co-beneficios.

En el enfoque municipal de integración es posible, dentro de límites de criterios arbitrarios asociados al concepto de territorio ecológico, conjuntar biodiversidad, carbono y pobreza/marginación (además de la inclusión de actores vulnerables como pueblos indígenas, mujeres y niños, etc.), de tal manera que la información generada por el INEGI y otras instituciones puede ser usada en forma armónica.

Por otro lado, el recurso agua en el enfoque municipal de integración queda marginado por falta de contexto territorial apropiado, limitando la posibilidad de integrar los servicios hidrológicos con los co-beneficios de REDD+ y la integración de políticas públicas actuales asociadas a la gestión hídrica (CONAGUA, SAGARPA, CONAFOR, SEMARNAT; entre otros). La alternativa es usar el concepto territorial de subcuenca (o microcuenca) hidrológica, tal como se muestra en la Figura 61. Para el caso del MRV y monitoreo de políticas públicas, se puede proponer una estrategia de territorialidad combinada: la subcuenca como

unidad de integración, pero ligada a los municipios que interceptan la subcuenca, Figura 62. En este enfoque de integración territorial, el modelo de la JIRA (Junta Intermunicipal del Río Ayuquila, en Jalisco - OPD) puede ser usado como instrumento de unificación administrativa-ecológica.

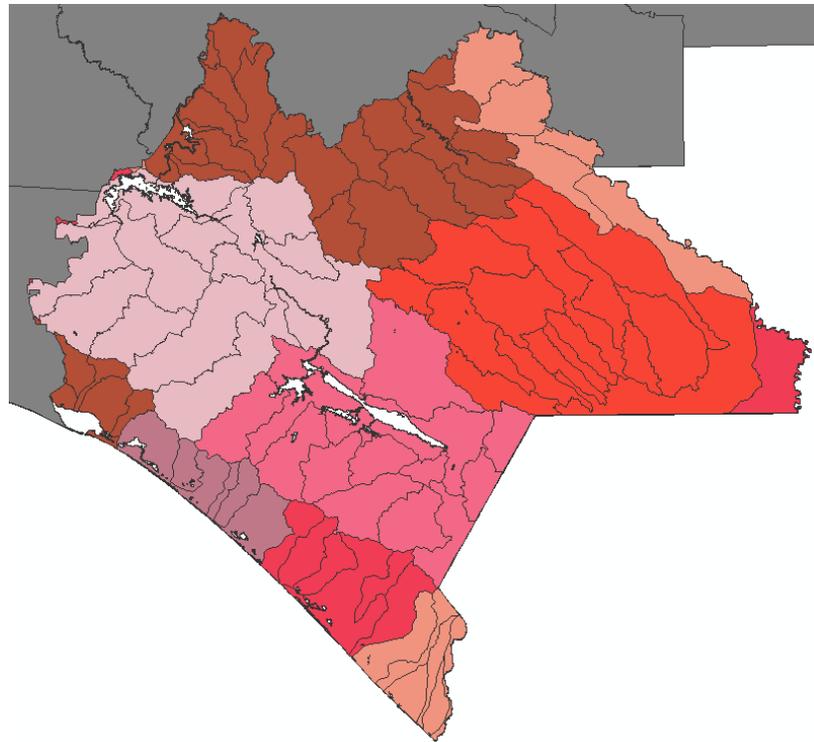


Figura 61. Subcuencas hidrológicas en el estado de Chiapas. Fuente: Paz *et al.*, 2011i

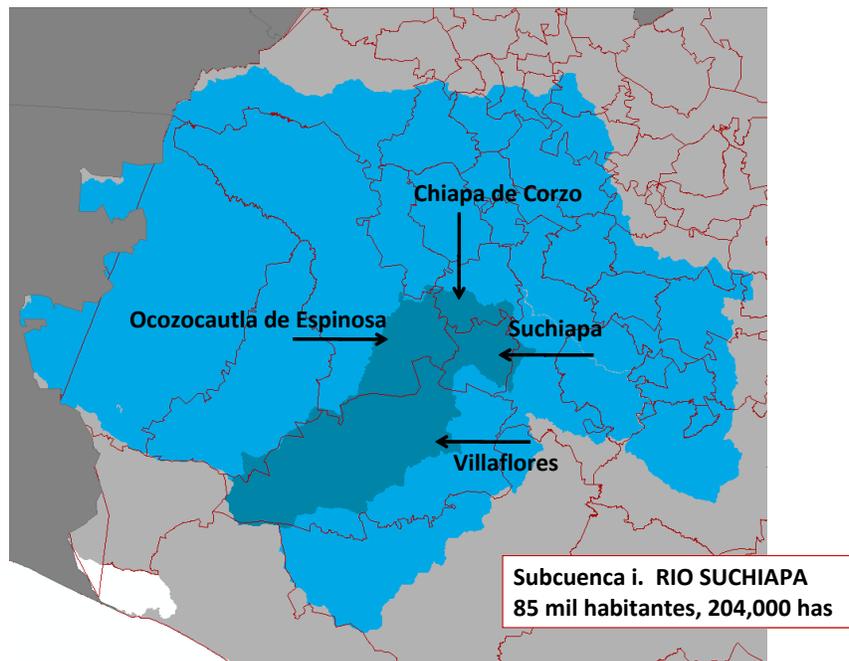


Figura 62. Subcuenca i Río Suchiapa de la Cuenca RH30-E, llamada Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez. Fuente: Paz *et al.*, 2011i

Así, los escenarios de referencia y MRV, generados a nivel de comunidades, se pueden integrar a las dos escalas regionales: subcuencas y municipios, generando elementos para el manejo autogestivo de los recursos naturales y permitiendo la integración de ordenamientos comunitarios, municipales e hidrológicos, con una visión conjunta hacia el carbono, la biodiversidad, el agua y las comunidades; entre otros elementos. La implementación del MRV a nivel multiescala, puede seguir el esquema mostrado en la Figura 63: comunidad/predio => región (subcuenca/municipio) => estado => país.

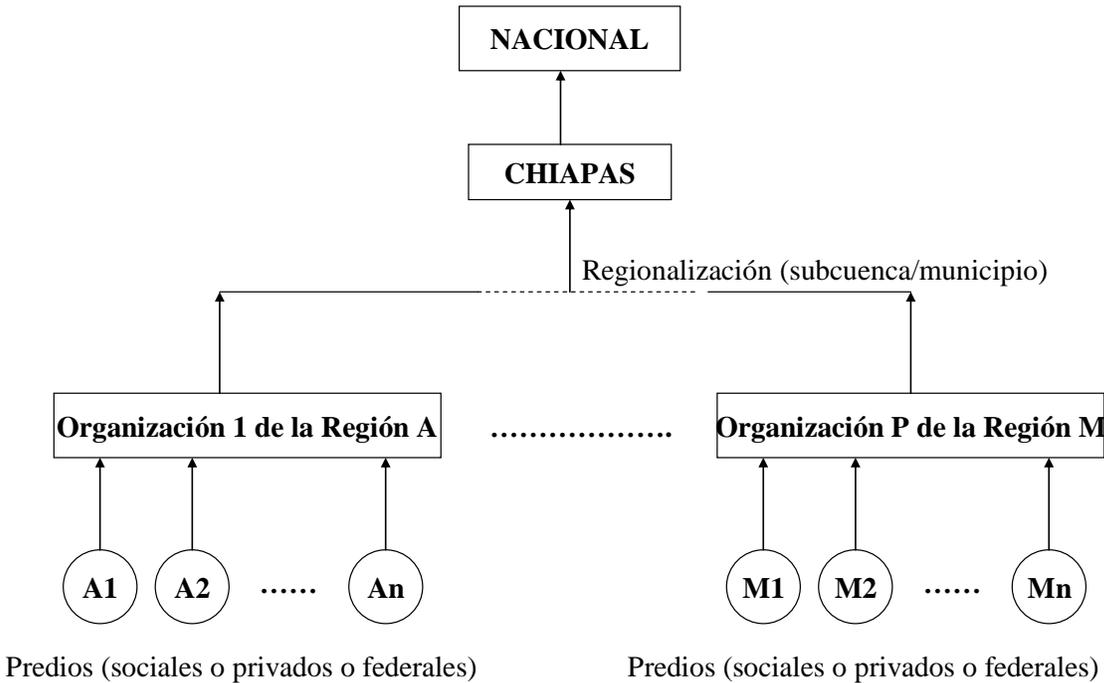


Figura 63. Posible esquema de implementación de REDD+ multiescala (escenarios de referencia y MRV). Fuente: Paz *et al.*, 2011i

Una consideración básica, asociada al enfoque subnacional de REDD+ es la definición de la escala de implementación y la construcción de un puente entre la escala de intervención estatal con la escala de implementación a nivel comunitario o de predios privados; también denominado enfoque jurisdiccional o anidado (De Gryze y Durschinger, 2010). Esta situación plantea la incorporación de una estrategia de “arriba hacia abajo” (escala de intervención estatal y de políticas públicas) y de “abajo hacia arriba” (escala de implementación comunitaria y de acciones locales). El esquema REDD+ plantea la necesidad de que las acciones de reducción de emisiones deben darse a escala local o comunitaria, pero coordinadas con políticas estatales, y federales, en relación a la contabilidad de las reducciones para recibir pagos por bonos o créditos de carbono. En las estrategias REDD+ se ha definido el requerimiento de llevar una contabilidad estatal, y nacional, de las emisiones de GEI en relación a una línea base o escenario de referencia. Así, solo cuando a nivel estatal, con acciones de intervención e implementación, se reduzcan las emisiones existirán pagos. De otra manera no habrá una compensación financiera, lo que implica la necesidad de estructurar en forma sólida la escala local de

acciones con la estatal. El problema de no pagos al estado implica un dilema social conocido como la “tragedia de los comunes”; esto es, un grupo de comunidades en una parte del estado puede realizar acciones de manejo que conduzca a reducción de emisiones y el resto de las comunidades del estado, dentro del programa, continuar con sus prácticas de incremento de emisiones, dando como resultado que el balance neto de emisiones estatal tenga emisiones por arriba de la línea base. Así, a las comunidades o productores que hicieron su tarea no se les podrá compensar financieramente al no haber fondos estatales. Este dilema social, en términos financieros, tiene altos costos de operación, por lo que es necesario el desarrollo de un esquema de implementación y gobernanza multi-escala que reduzca al mínimo este tipo de riesgos.

De lo discutido anteriormente, aparte de la consideración de todos los usos del suelo en los balances de emisiones de GEI, se puede plantear la escala estatal de intervención hasta el nivel de AGEBs (Áreas Geo Estadísticas Básicas del INEGI) y la escala de implementación comunitaria de las AGEBs hasta las propiedades colectivas o privadas. La escala umbral de los AGEBs fue seleccionada por contener información socioeconómica para el desarrollo de indicadores del funcionamiento de REDD+, además de que está delimitada por las fronteras de un conjunto de predios y, a su vez, un conjunto de AGEBs está delimitado por la poligonal de un municipio (Figura 64).

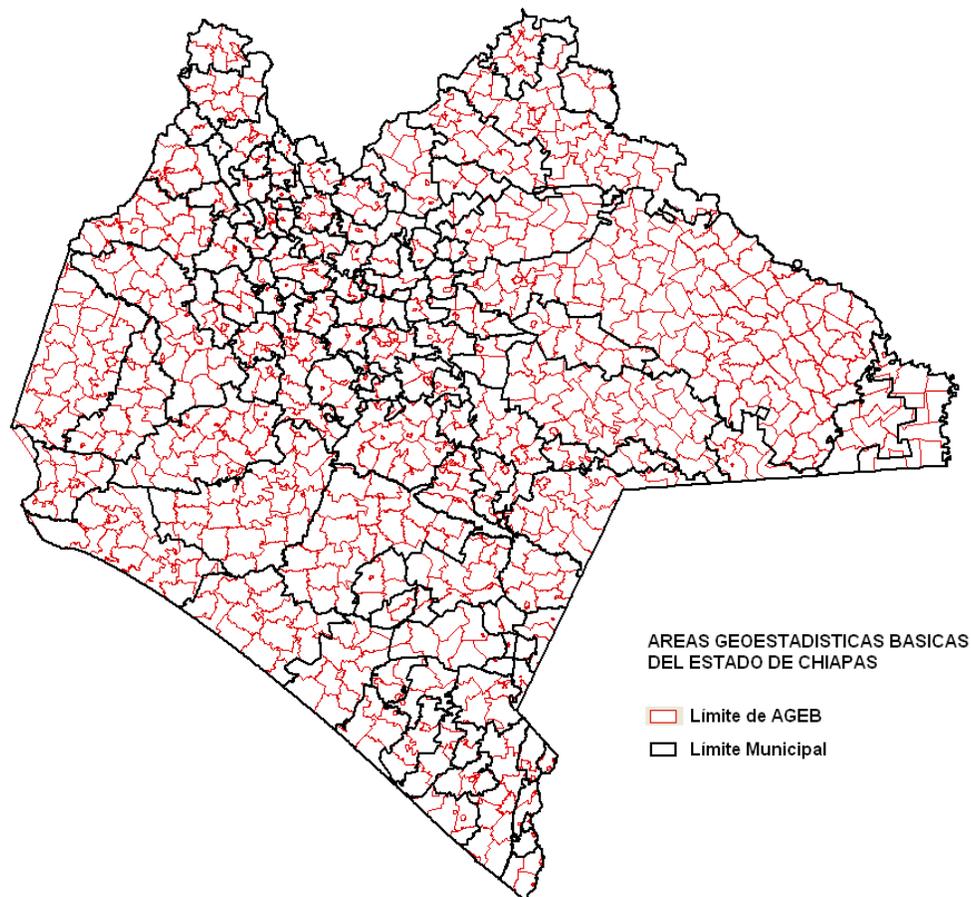


Figura 64. AGEBs y límites municipales en el estado de Chiapas. Fuente: Paz *et al.*, 2011i

Así, esta multi-escala predios-AGEBs-Municipios-Estado permite el uso de las delimitaciones administrativas de gobierno (municipios) para integrar ordenamientos territoriales en forma coherente, sin violentar las leyes, normas y reglamentos vigentes, además de respetar los órdenes de gobierno (municipio-estado). El uso de otras escalas de análisis y de mecanismos de compensación financiera requiere el desarrollo de esquemas similares a los discutidos. Por ejemplo, en el caso de la consideración de los servicios hidrológicos, la cuenca/subcuenca/microcuenca hidrográfica es la unidad territorial adecuada, la cual puede aproximarse como un conjunto de AGEBs que la delimitan (con algunos problemas de predios en los límites de las cuencas). Algo similar puede hacerse para el caso de la consideración de la biodiversidad, donde la perspectiva de corredores biológicos implica la necesidad de desarrollo de métricas de fragmentación/conectividad para poder establecer líneas bases y esquemas de compensación financiera.

3.12. Gobernanza forestal y sistemas MRV

La implementación de REDD a escala local en Chiapas plantea grandes retos en relación a su viabilidad a corto y medio plazo. Por un lado, a nivel de ejidos u otros tipos de tenencias comunales, la regulación de las tierras de uso común plantea un problema difícil de solucionar, ya que es ahí donde las fugas pueden presentarse a nivel de predio. Asimismo, en una visión de segundo orden donde en una región de aplicación de REDD es necesario hacer un arreglo entre un colectivo de colectivos (predios/comunidades), de tal forma que el escenario de referencia regional sea respetado y las acciones locales puedan ligarse con escalas mayores, así como la contabilidad regional, estatal y nacional. Lo anterior plantea la necesidad del desarrollo de un esquema que potencie la colectividad en forma autogestiva.

Cuando existe un recurso natural común o colectivo (bosque, acuífero, agostadero, pesquería, etc.) se presenta un dilema social en relación a su uso. Los usuarios individuales buscan la maximización de sus utilidades haciendo el mayor uso posible del recurso. Al sobreexplotar un recurso común, conduciéndolo a su agotamiento, el costo es compartido por todos los usuarios del recurso. Así, el costo de la sobreexplotación de un recurso se comparte entre todos los usuarios y la utilidad de un uso particular es solo para el beneficio individual. En esta perspectiva, los costos ambientales son generalmente solo una pequeña fracción de las utilidades generadas por la sobreexplotación individual. Al seguir esta tendencia todos los usuarios de un recurso, se llega a un umbral de sobreexplotación que hace irreversible la recuperación del recurso, presentándose una situación de quiebra generalizada de los usuarios. Hardin (1968) denominó a este fenómeno la “tragedia de los comunes”, mostrando que la sobreexplotación de un recurso natural es algo normal y esperado en las actividades humanas que aprovechan un recurso común. La salida a este dilema social no es fácil, ya que si un usuario adopta una estrategia de cuidar el recurso y el resto no lo hace, este usuario es castigado con un costo mayor, ya que no aprovecha el recurso y solo paga los daños ocasionados por el resto de los usuarios. La salida a este dilema es un manejo sustentable del recurso, lo cual es la excepción, más que la regla en el mundo real.

Ostrom (1990 y 1992), en una serie de estudios de campo sobre organizaciones sustentables (perdurables en el tiempo y con un manejo sustentable del recurso común), en diferentes actividades productivas y partes del mundo, señaló siete principios generales que comparten estas organizaciones. El Cuadro 33 muestra estos principios básicos en forma resumida. La falta de cumplimiento de uno o más principios de una organización hace que la sustentabilidad de ésta se vea amenazada y se originen problemas entre los usuarios. Los principios mostrados en el Cuadro 33 reflejan las estrategias desarrolladas por grupos humanos operando en condiciones muy diferentes entre sí.

Los principios expuestos por Ostrom para el diseño de organizaciones sostenibles son de carácter general. Las sociedades humanas en diferentes partes del mundo y en diferentes condiciones de desarrollo, los han adaptado con reglas específicas a sus necesidades y tradiciones. Así, en muchos casos en sociedades jerárquicas, muchas reglas de operación en relación al uso de un recurso común son producto de tradiciones ancestrales que reflejan una trayectoria de evolución que ha funcionado para preservar estos recursos.

En general, los principios mostrados en el Cuadro 37 son lo suficientemente generales para ser adaptados a la gran mayoría de las sociedades de usuarios o propietarios/poseedores/apropiantes de bosques/selvas del país.

Ligado a los principios que deben cumplir las organizaciones sustentables, la existencia de amenazas en el contexto de una organización limitan su sustentabilidad a largo plazo. Las amenazas que se presentan para poner en riesgo la sustentabilidad organizacional se muestran en el Cuadro 38 (Ostrom, 1990 y 1992).

Cuadro 37. Principios de diseño de organizaciones sustentables. Fuente: Ostrom, 1990 y 1992

Principio	Descripción
Límites claramente definidos	Las personas y/o grupos con derecho a retirar unidades de recursos comunes y los límites de los recursos comunes están claramente definidos
Congruencia entre las reglas de apropiación, de provisión y las condiciones locales	Las reglas de uso de las unidades del recurso están relacionadas con las condiciones locales y con las reglas de provisión de insumos para mantener el recurso y la organización
Acuerdos de elección colectiva	Los individuos afectados por las reglas operacionales pueden participar en la modificación de estas
Supervisión	Los supervisores que auditan las condiciones de los recursos comunes y el comportamiento de los usuarios son responsables ante los usuarios y/o son los mismos usuarios
Sanciones graduales	Aplicación de sanciones graduales a los usuarios que violan reglas operacionales de parte de los otros usuarios, de administradores responsables ante los usuarios, o ambos.
Mecanismos de solución de conflictos	Los usuarios y sus administradores tienen acceso rápido a mecanismos locales de bajo costo para dar solución a conflictos entre los usuarios, o entre los usuarios y los administradores
Reconocimiento mínimo de los derechos de la organización	Los derechos de los usuarios a diseñar sus propias organizaciones no son disputados por autoridades gubernamentales externas

Cuadro 38. Amenazas a la sustentabilidad organizacional. Fuente: Ostrom, 1990 y 1992

Amenaza	Descripción
Pensar según esquemas predefinidos	Pensamiento basado en esquemas rígidos, tipo "plan maestro" de los formuladores de políticas de manejo de los recursos comunes
Confianza excesiva en reglas simples de votación	Confianza en que ciertas reglas de decisión, sea la unanimidad o mayoría absoluta, son las únicas reglas a emplearse en la toma de decisiones colectivas
Cambios externos bruscos	Cambios rápidos en la tecnología; en las poblaciones humanas, animales o vegetales; en la disponibilidad de factores para la producción; en la importancia de las transacciones monetarias; o en la heterogeneidad de los participantes
Deficiencias en la transmisión intergeneracional de las reglas	Cambios rápidos en la población o cultura podrían conducir a una pobre transmisión de los principios de sustentabilidad adoptados de una generación a otra
Dependencia frecuente de la ayuda externa	Disponibilidad de "dinero fácil" de autoridades externas o donantes puede ser una amenaza a la sustentabilidad de largo plazo
Ayuda nacional y/o Internacional que no toma en cuenta las organizaciones y los conocimientos locales.	El criterio de evaluación para préstamos o donaciones de instituciones nacionales o internacionales de ayuda no consideran situaciones locales
Corrupción y otras formas de comportamiento oportunista	Comportamientos oportunistas alentados por la disponibilidad de fondos masivos y políticas populistas de apoyo al uso de los recursos comunes
Carencia de instituciones de apoyo	Ausencia de instituciones de apoyo que reduzcan los costos de obtener información confiable acerca de los efectos que producen los diferentes usos de los recursos comunes

Del Cuadro 37 y 38 resulta evidente que en el caso de México, la gran mayoría de las estrategias usadas para definir políticas de desarrollo para la agricultura, ganadería y forestería son del tipo no sostenible, lo cual se refleja en el estado actual de sobreexplotación y deterioro ambiental en los bosques/selvas del país.

Ostrom (1998) muestra un modelo teórico – conceptual para interpretar los indicadores mostrados en los Cuadros 37 y 38. La Figura 65 muestra las relaciones básicas para el desarrollo de una organización sustentable, donde la norma de reciprocidad entre los socios es la parte fundamental.

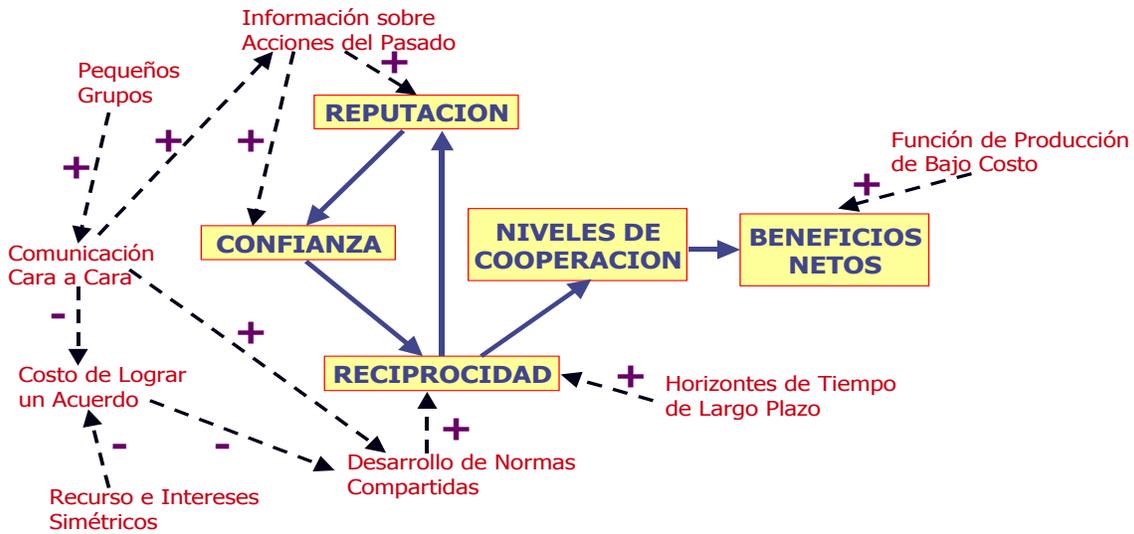


Figura 65. Relaciones básicas de la sustentabilidad organizacional. Fuente: Ostrom, 1998

De acuerdo al modelo de Ostrom mostrado en la Figura 61, hay cuatro aspectos centrales relativos al capital social: confianza, normas y sanciones, reciprocidad y conectividad.

La confianza es importante ya que lubrica la cooperación y reduce los costos de las transacciones. Existen dos tipos de confianza: la confianza sobre los individuos que conocemos y la confianza sobre los individuos que no conocemos, pero que emerge de nuestra confianza en una estructura social conocida, la cual toma tiempo construir y es fácilmente rota.

Las normas y sanciones son acordadas mutuamente o se desarrollan como reglas de comportamiento que colocan los intereses del grupo sobre los de los individuos. Estas normas dan a los individuos la confianza para integrarse a las actividades colectivas o de grupo, sabiendo que los otros individuos son responsables y asegurarán que sus derechos no sean violados. Las sanciones mutuamente acordadas aseguran que aquellos que rompen las reglas saben que serán castigados.

La reciprocidad y el intercambio aumentan la confianza. Hay dos tipos de reciprocidad: la reciprocidad específica se refiere a intercambios simultáneos de productos de igual valor y la reciprocidad difusa se refiere a las relaciones recíprocas de intercambio que en un momento dado no se requiere su pago, pero que con el tiempo estas son pagadas y balanceadas.

La conectividad, las redes y el involucramiento cívico de todo tipo son vitales para la formación y mantenimiento del capital social. La conectividad puede ser horizontal o vertical, aunque las conexiones y redes horizontales son generalmente vitales para la mayoría de las organizaciones con un funcionamiento institucional efectivo.

El Cuadro 39 muestra las características de los recursos naturales “comunes” que son manejados en forma sostenible (Ostrom, 1992). Los requerimientos de la existencia de

indicadores (“cuentas”) y predictibilidad (“valoración de las cuentas”) son difíciles de obtener en zonas de riesgo extensas y fragmentadas. Aunado a esto, el requerimiento de extensión espacial limitada impone un límite al tamaño de las superficies susceptibles a ser manejadas por una organización de productores/apropiantes.

Cuadro 39. Atributos de los recursos naturales comunes. Fuente: Ostrom, 1992

Escasez Moderada	Las unidades del recurso no son tan escasa para que sea inútil organizarse, o tan abundantes para que haya pocos resultados ventajosos de organizarse
Indicadores	Hay indicadores disponibles, a un costo relativamente bajo, válidos y confiables, de la condición del sistema de recursos
Predictibilidad	El flujo de las unidades del recurso es relativamente predecible
Extensión espacial	El sistema de recursos es lo suficientemente pequeño, dada la tecnología de transporte y comunicación en uso, que los apropiantes pueden desarrollar un conocimiento preciso de los límites externos y los microambientes internos

El Cuadro 40 muestra las características de los apropiantes (productores/tenedores de la tierra) de recursos naturales “comunes” que han sido manejados en forma sostenible (Baland y Platteau, 1996). El conocimiento de los recursos naturales manejados y la confianza requieren de un flujo de información de y hacia los apropiantes.

Cuadro 40. Características de los apropiantes de recursos comunes

Dependencia	Los apropiantes son dependientes del sistema de recursos para una parte importante de la satisfacción de sus necesidades
Conocimiento	Los apropiantes tienen una imagen compartida de cómo opera el sistema de recursos y como afectan sus acciones a cada otro y al sistema de recursos
Tasa de descuento	Los apropiantes usan una tasa de descuento baja (largo plazo) en relación a los beneficios futuros a ser realizados del recurso
Distribución de intereses	Los apropiantes con mayores activos económicos y políticos son afectados en forma adversa por una falta de patrones de coordinación de apropiación y uso
Confianza	Los apropiantes confían entre sí para cumplir sus promesas y se relacionan entre sí con reciprocidad
Autonomía	Los apropiantes son capaces de determinar reglas de acceso y producción sin que autoridades externas los limiten o infraccionen
Experiencia organizacional previa	Los apropiantes han aprendido un mínimo de habilidades para organizarse a través de la participación en otras asociaciones o han aprendido acerca de las formas en que otros grupos se han organizado

De los Cuadro 38, 39 y 40 se desprende la necesidad de un mecanismo de supervisión y rendición de cuentas, del estado de los recursos (uso del suelo) manejados por las organizaciones sostenibles, de tal manera que se pueda generar la confianza entre sus socios. El concepto de Monitoreo, Reporte y Verificación asociado a la estrategia de implementación de REDD+ permite el desarrollo de ese tipo de mecanismos (una especie de “mano invisible” que regula las acciones de los usuarios/socios/apropiantes), generando los flujos de información necesarios para mantener actualizado el resultado de los acuerdos colectivos y así evitar acciones de apropiación indebida de los recursos o de incumplimiento de las reglas definidas por los propios usuarios/socios/apropiantes.

Es importante señalar que independientemente del dilema social de recursos de uso común, la condición de contabilidad estatal y nacional de REDD+ impone una problemática similar. Esta es una nueva forma de escalamiento de este tipo de dilemas sociales, donde las acciones de todos los individuos de una región influyen entre sí.

3.13. Inventarios de carbono estatales orientados a REDD+

La estimación del carbono y otras variables, a la escala estatal (subnacional) impone retos importantes, particularmente en paisajes fuertemente fragmentados. Para poder obtener el máximo de información relacionada con la dinámica del carbono en un área de paisajes diversos, es necesario desarrollar esquemas de muestreo que aprovechen al máximo el conocimiento y que permitan obtener información dinámica (cronosecuencias) (Paz y de Jong, 2011b) en un esquema de muestreo estático. A diferencia del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de la CONAFOR, desarrollado e implementado en un arreglo espacial sistemático, el Inventario Forestal Estatal Cuantitativo (IFEC; PMC, 2011; Paz *et al.*, 2011f) está desarrollado en función de un esquema de muestreo no sistemático basado en observaciones de imágenes satelitales de alta o media resolución. Esto permite optimizar la caracterización de los paisajes y los cambios, abruptos o graduales, dentro de los mismos.

Los objetivos del IFEC pueden ser resumidos de la siguiente manera:

- Caracterizar, en términos de almacenes de carbono, zonas homogéneas a escala de paisaje.
- Caracterizar, en términos de almacenes de carbono, las heterogeneidades internas, producto de cambios de usos del suelo, abruptos y graduales, de las zonas homogéneas.
- Contar con datos para modelar, en primera aproximación, la dinámica de cambio del carbono en zonas homogéneas de paisajes.
- Calibrar productos satelitales con datos terrestres, para evaluación de su confiabilidad.

Como estrategia general, el diseño e implementación del IFEC parte del concepto de paisaje, entendiéndolo como una zona homogénea (“matriz”) donde los almacenes de carbono son más o menos similares, para una escala dada. El concepto de paisaje, y su ecología, puede tener diferentes definiciones dependiendo de su uso. En el IFEC, la definición de paisaje está orientada a los almacenes de carbono (biomasa aérea, suelo, mantillo y materia orgánica muerta), acotando su uso a la percepción de cambios de esta variable para caracterizar paisajes diferentes.

Para diferenciar un paisaje, dependiendo de la escala de observación, el elemento básico es la matriz, la cual representa un rasgo homogéneo (clase de uso del suelo específico) del paisaje en términos de almacenes de carbono. Los elementos constitutivos del paisaje son:

- Matriz: se refiere al uso del suelo predominante en una zona o región dada, que

puede ser el uso del suelo original (selva o matorral, por ejemplo) o perturbado (área agrícola, pastizal cultivado, etc.).

- **Parche:** se refiere a áreas que difieren en los almacenes de carbono en relación a la matriz y pueden representar otros usos del suelo o transicionales.
- **Corredor:** Se refiere a tiras angostas de uso del suelo, generalmente de patrones lineales (áreas raparías, cercos de plantas vivas, etc.). Son importantes en términos de conectividad de la biodiversidad.
- **Bordes:** Son áreas exteriores a los parches o la matriz (entre dos usos del suelo) que son diferentes al interior de los parches.

El diseño e implementación de los sitios de muestreos en el IFEC conlleva dos etapas: la definición y caracterización de paisajes (matrices homogéneas) y la definición y caracterización de parches, corredores y bordes en cada paisaje. Esta segunda etapa está orientada a la dinámica del carbono (cronosecuencias) producto de cambios abruptos y graduales, para aproximar tasas de cambio positivas (regeneración) o negativas (degradación).

La primera etapa consiste en delimitar espacialmente usos del suelo en función de diferentes rasgos o atributos observados en una imagen de alta o media resolución, con una fecha cercana a la campaña de muestreo en campo. En la Figura 66a se muestra en forma esquemática la delimitación de usos del suelo (tipos de vegetación) en un área de trabajo, para una escala definida. Estas clases de uso del suelo representan matrices homogéneas en términos de posibles almacenes de carbono similares y definen una primera pauta en la caracterización general de estos paisajes.

Definidos los paisajes o usos del suelo en la región de estudio, el siguiente paso es caracterizar los parches internos asociados a usos diferentes del suelo, así como los corredores (vegetación hidrófila) y los bordes (ecotonos). La Figura 66b muestra en forma esquemática los parches de usos del suelo abrupto (bosque/selva a pastizal y agricultura) para un paisaje de la Figura 66a. Desde el punto de vista de paisajes (matrices), la caracterización de los parches permite disponer de información terrestre para calibrar/productos satelitales con un grano y UMM (Unidad Mínima de Mapeo) más fina que el polígono general que define el paisaje. En relación a la dinámica del carbono, se puede muestrear el almacén del suelo y de biomasa aérea viva (árboles dispersos en pastizales, por ejemplo), para aproximar los cambios en el tiempo (es crítico contar con información relacionada a la fecha en que se produjo el cambio de uso del suelo).

La Figura 67a muestra un gráfico temporal del carbono orgánico en el suelo (COS) para el caso de milpas de maíz en el paisaje analizado, producto de su muestreo. Asimismo, la Figura 67b muestra el caso de la biomasa aérea seca asociada a árboles dispersos en pastizales (misma densidad de arbolado). El gráfico de cambios temporales en el COS de los pastizales sigue un esquema relativamente similar al mostrado para las milpas. En algunos casos no es posible asociar un cambio de uso del suelo abrupto (y su tiempo de cambio) en forma de dinámica. En la Figura 67c se muestra el caso de la biomasa aérea seca asociada a diferentes densidades de arbolado en pastizales con árboles dispersos.

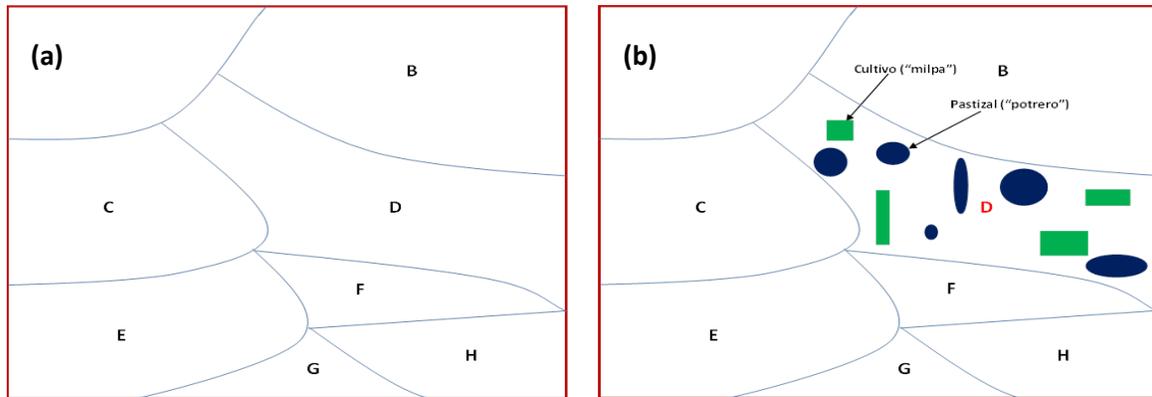


Figura 66. (a) Delimitación de paisajes (usos del suelo) en la región de trabajo del IFEC, bajo el concepto de homogeneidad de las matrices correspondientes y (b) Delimitación de parches con diferentes usos del suelo en el paisaje D (selva alta perennifolia). Fuente: Paz y de Jong, 2011b

En relación a eventos extremos (incendios y huracanes) o de menor magnitud (incendios de bajo impacto, vientos fuertes o plagas y enfermedades), esta situación puede ser modelada en forma similar a los casos discutidos para cambios abruptos de uso del suelo mostrados en las figuras 67a y 67b. Este tipo cambios (abruptos o graduales) es de suma importancia para su caracterización con fines del modelado de la dinámica del carbono asociada a estas perturbaciones, por lo que es uno de los requerimientos críticos para el establecimiento de parcelas de muestreo en parches.

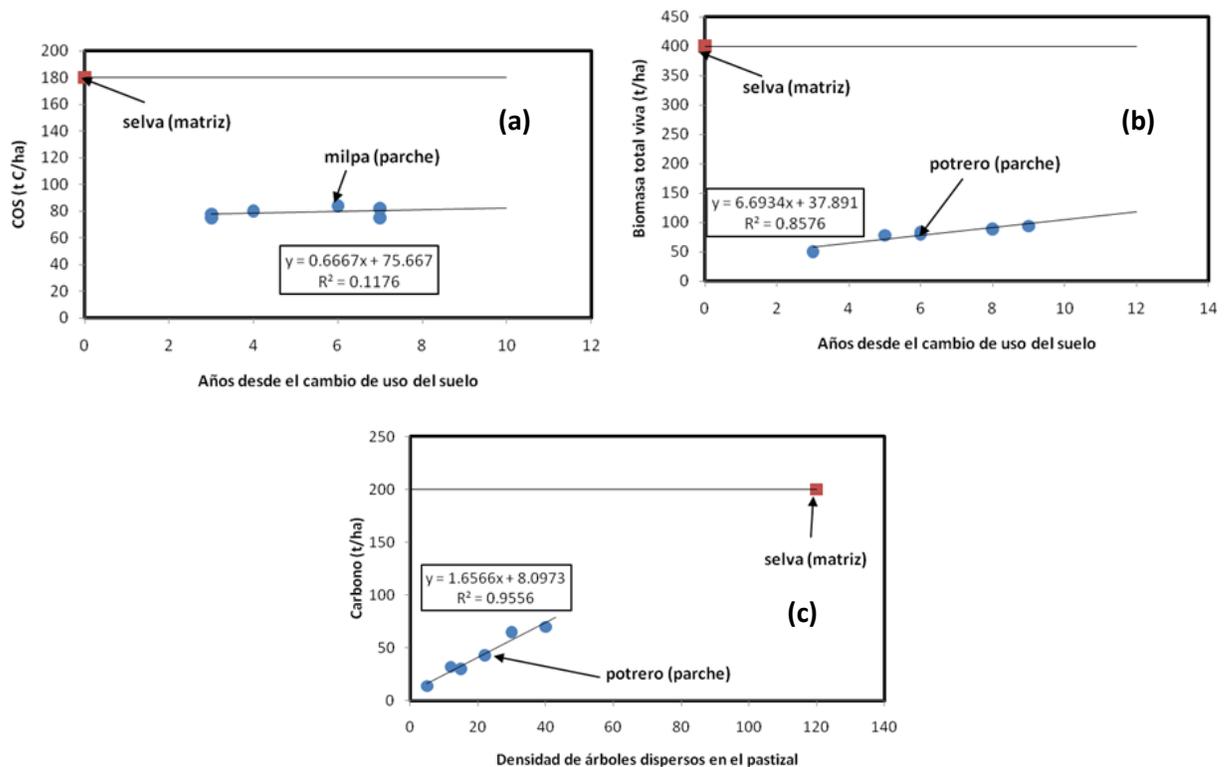


Figura 67. (a) Aproximación a la dinámica de cambio de selva a milpa en el paisaje D; (b) Aproximación a la dinámica de cambio de un pastizal con misma densidad de arbolado en los pastizales en el paisaje D; y (c) Aproximación a la dinámica de cambio de la densidad de arbolado en los pastizales en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje D. Fuente: Paz y de Jong, 2011b

En el caso de cambios graduales de uso del suelo (degradación y regeneración), la Figura 68 muestra en forma esquemática parches para esta situación en el paisaje C (selva mediana perennifolia) de la Figura 66a. La Figura 69a muestra en forma esquemática un ejemplo de la dinámica de regeneración asociada a los “acahuales” con diferentes edades para el caso del COS. En el caso de la degradación, la asociación del tiempo con el estado de perturbación no tiene mucho sentido, a menos que se usen hipótesis de los patrones de comportamiento de los propietarios/apropiantes/usuarios de las selvas. En tal caso, la Figura 69b muestra un gráfico esquemático de la relación de la densidad de tocones con la densidad del carbono total que puede usarse con fines de modelación de la dinámica de cambio del carbono bajo este tipo de eventos de perturbación. Un gráfico similar al presentado en la Figura 69b puede realizarse para el caso de la perturbación de extracción de leña o actividad con impactos comparables.

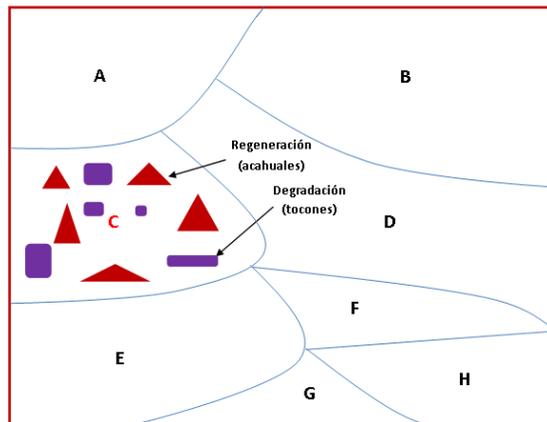


Figura 68. Delimitación de parches con cambios graduales en los usos del suelo en el paisaje C (selva mediana perennifolia). Fuente: Paz y de Jong, 2011b

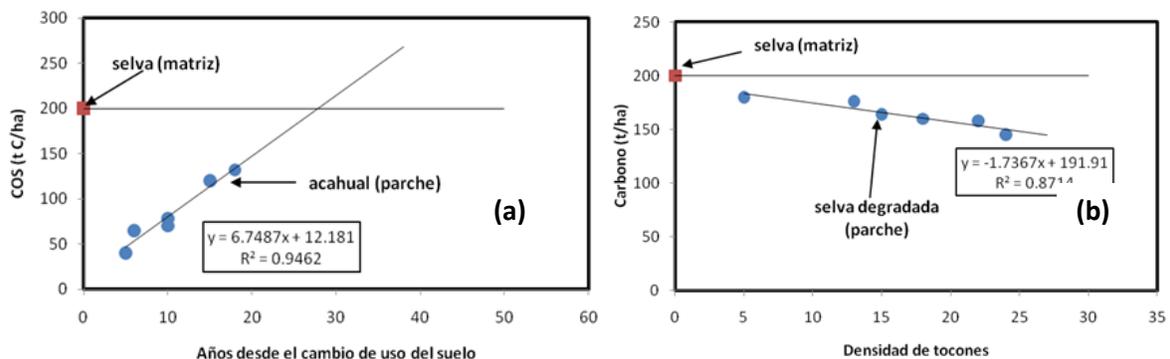


Figura 69. (a) Aproximación a la dinámica de cambio de los acahuales en el paisaje C y (b) Aproximación a la dinámica de cambio de la densidad de tocones en selvas degradadas en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje C. Fuente: Paz y de Jong, 2011b

En el caso de bordes (ecotonos), este tipo de transición puede ser caracterizada de acuerdo al esquema de la Figura 70b para el paisaje E (selva mediana perennifolia degradada o secundaria) de la Figura 70a. La Figura 70b muestra un ejemplo de un esquema de modelación del carbono de la biomasa viva total en una transición selva sin degradación-ecotono-pastizal con árboles dispersos.

La utilización de cronosecuencias, cambiando espacio por tiempo, en inventarios forestales de un solo paso nos permite tener una primera aproximación a la dinámica del carbono asociada a cambios abruptos o graduales. Con este tipo de estrategias es posible obtener información razonable para evaluar el impacto de políticas públicas o esquemas como REDD+ en términos de sus impactos proyectados (tasas de cambio y almacenes estables) de la reducción de emisiones de gases efecto invernadero o captura de carbono.

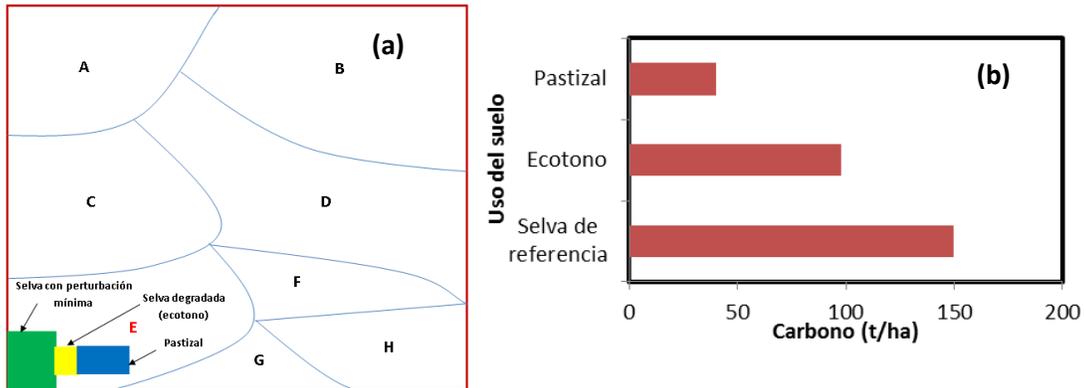


Figura 70. (a) Delimitación de parches con cambios transicionales en los usos del suelo en el paisaje E (selva mediana perennifolia degradada) y (b) aproximación a la dinámica de cambio transicional entre una selva de referencia (degradada) a un uso de suelo de pastizal con árboles dispersos en relación al carbono de la biomasa viva total en el paisaje. Fuente: Paz y de Jong, 2011b

3.14. Monitoreos comunitarios y principio de la conservación de la incertidumbre

En las mediciones semi-cuantitativas del IFEC se utilizan esquemas de medición rápidos e indirectos de los almacenes de carbono. Un ejemplo es la relación entre el área basal y la biomasa aérea (Figura 71), donde la primera se estima con el relascopio de Bitterlich.

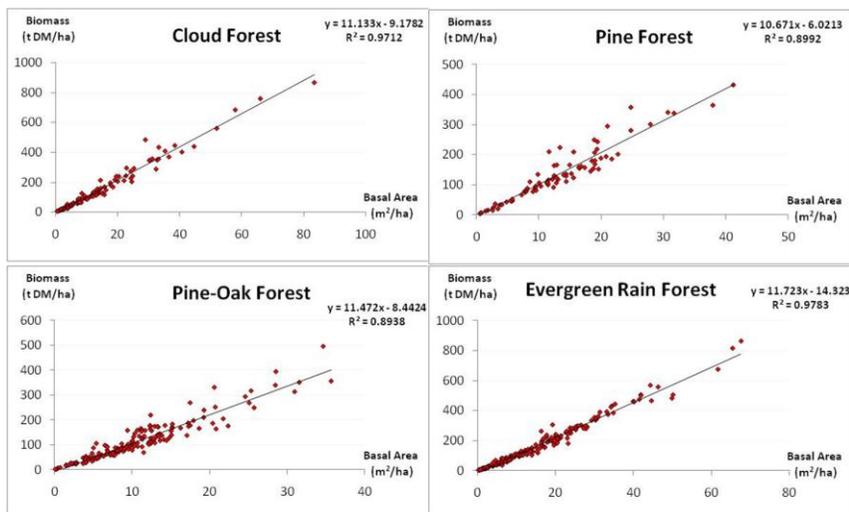


Figura 71. Relación entre el área basal y la biomasa aérea para los bosques de Chiapas. Fuente: de Jong, 2010, no publicado.

Fusión de información cuantitativa y semi-cuantitativa (indirecta)

Para poder relacionar las mediciones cuantitativas con las semi-cuantitativas, usando el principio de conservación de la incertidumbre de cada tipo de medición, se puede usar el marco teórico de la geoestadística indicadora Bayesiana (Alabert, 1987), tal como se discute en Paz y de Jong (2011a). La Figura 72 muestra la forma de determinar p_1 y p_2 , los parámetros necesarios para estimar la incertidumbre de la fusión de información. Para esto es necesario graficar las mediciones directas del carbono contra las indirectas, definiendo un diagrama de calibración y cuantificación del error asociado.

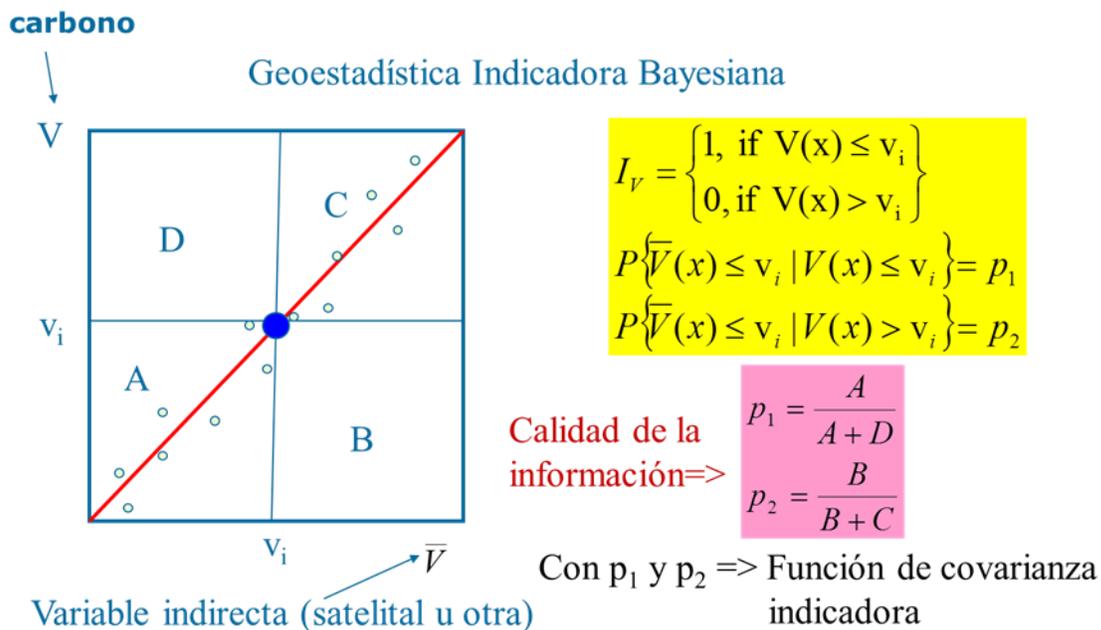


Figura 72. Estimación de las incertidumbres asociadas a mediciones indirectas.

El esquema de fusión de información puede ser usado para múltiples fuentes de datos (*e.g.* satelitales), tal como se muestra en la Figura 73. Usando el esquema discutido, es posible realizar estimaciones a una escala dada. Las estimaciones consisten en utilizar toda la información disponible (con sus errores p_1 y p_2) para obtener la mejor estimación posible.

En términos del marco teórico de la Geoestadística Indicadora Bayesiana, las estimaciones en un punto dado y un soporte geométrico (*e.g.* pixel) son distribuciones de probabilidad del carbono y no estimaciones puntuales (Figura 74). Así, la evaluación de la incertidumbre asociada a las estimaciones puede ser realizada en forma directa, sin tener que suponer modelos probabilísticos paramétricos. Esta metodología hace transparente el uso de la información y genera elementos para la valoración de sus resultados en términos de incertidumbre.

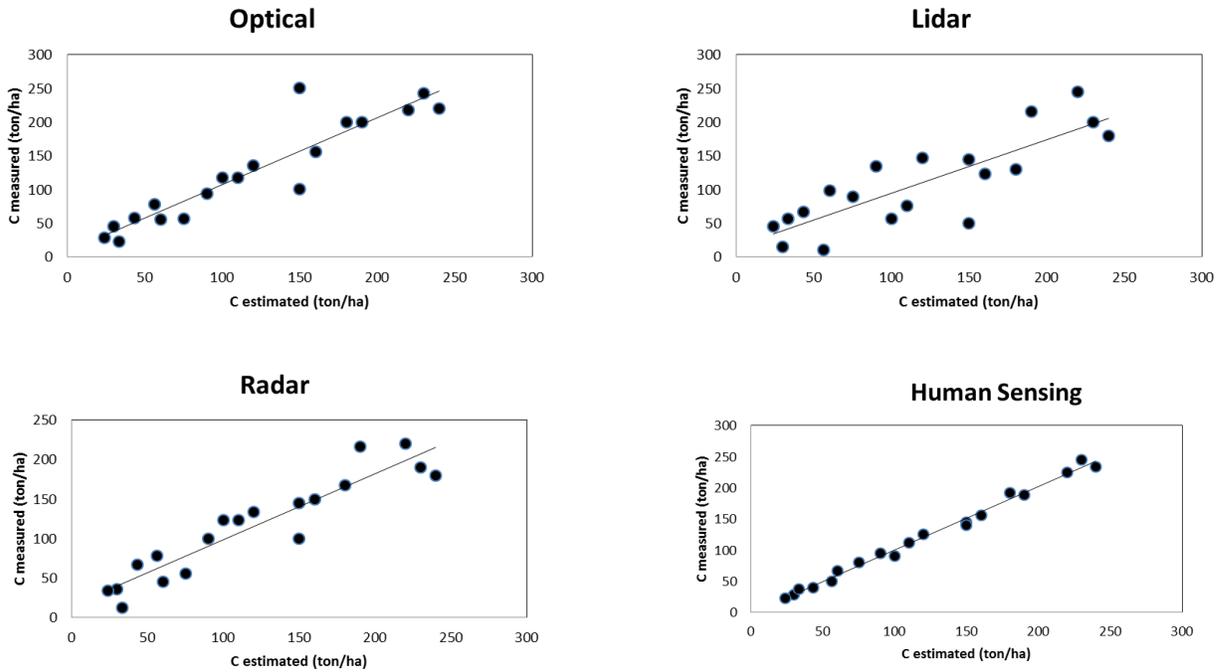


Figura 73. Fuentes de información para su fusión en las estimaciones de carbono

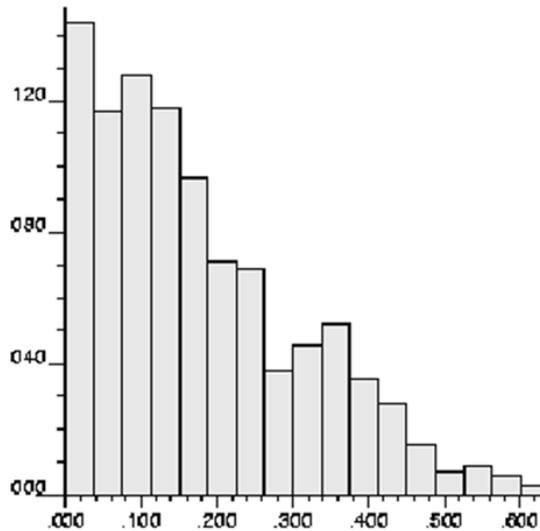


Figura 74. Estimaciones locales (píxeles) del carbono usando la geoestadística indicadora Bayesiana.

Monitoreos comunitarios y estrategia operacional

Usando el esquema de fusión de información discutido, es posible plantear dos esquemas progresivos de integración de los inventarios y monitoreos desde la escala local a la estatal y viceversa.

En experiencias previas, desde lo local, un esquema de monitoreo comunitario fue implementado en el 2010-2011 en 5 comunidades de la Sierra Madre en Chiapas (Paz *et al.*, 2011d) con financiamiento de Conservación Internacional México y consistió en el acompañamiento técnico de personas de las comunidades para el levantamiento de sitios de muestreo. Estas brigadas realizaron muestreos en las comunidades usando mediciones cuantitativas y semi-cuantitativas.

De la experiencia mencionada y en un planteamiento operacional es posible plantear dos estrategias progresivas de implementación de este tipo de esquemas:

Fase Inicial (medición):

- Una brigada técnica, previamente capacitada, encargada de realizar inventarios tipo IFEC en una región dada (municipio, subcuenca, región), para caracterizar esta escala de agregación.
- Cada comunidad (participando en REDD+) dentro de la región, puede realizar inventarios tipo semi-cuantitativos intensivos para caracterizar los usos del suelo y vegetación en los límites de su propiedad.
- La brigada técnica en la región realiza mediciones cuantitativas en sitios pareados con mediciones semi-cuantitativas realizadas por la comunidad, para estimar los errores de medición en forma independiente. Los miembros de la comunidad acompañan a la brigada técnica y se capacitan.

Fase final (monitoreo):

- Las comunidades capacitadas en mediciones cuantitativas realizan los monitoreos comunitarios completos y generan la información para calibración (estimación de errores).
- Una brigada técnica realiza mediciones pareadas en un subconjunto de sitios de muestreo, tipo cuantitativo, para realizar estimaciones independientes de control de calidad, para fines de verificación y auditoría.

Para fines de economías de escala y una implementación de las mediciones/monitoreo que tenga un valor agregado, es recomendable que éstos sean hechos operacionales a través de asociaciones de productores (*e.g.* cafetaleros), de tal manera que se pueda levantar información orientada a sus intereses (*e.g.* fertilidad de los suelos).

3.15. Hacia esquemas de modelación biofísica y construcción de escenarios futuros

El desarrollo de modelos de estados y transiciones para su uso en los esquemas REDD+ es una aproximación gruesa a la dinámica del carbono asociada a los cambios de uso del suelo y la degradación/regeneración de los bosques. Para sintetizar el conocimiento de la dinámica del carbono en forma más sólida, es necesario el desarrollo de modelos biofísicos o mecanicistas, particularmente para la construcción de escenarios futuros.

México, en cooperación con Canadá, ha iniciado el esfuerzo de implementar el modelo de contabilidad del carbono denominado CBM-CFS3 (Kurz *et al.*, 2009 en los paisajes asociados los ecosistemas terrestres Mexicanos (Olguin *et al.*, 2011; Tinoco *et al.*, 2011; Kurz *et al.*, 2011). El modelo CBM-CFS3 requiere para su parametrización los datos de todos los almacenes definidos por el IPCC, además de las tasas de transferencia entre almacenes y las tasas de descomposición/asimilación de los mismos. En lo general, esta información no está disponible en México, pero se puede aproximar en forma empírica usando el conocimiento generado en una región.

Olguin *et al.* (2011) han utilizado el modelo CBM-CFS3 en parte de la Ecorregión Nivel 1 de las Selvas-Cálid-húmedas de Chiapas, concretamente la región interior (Figura 75), para proyectar escenarios relacionados únicamente a deforestación (RED) o deforestación y degradación forestal (REDD), en relación al escenario tendencial o usual (BAU, por sus siglas en inglés).

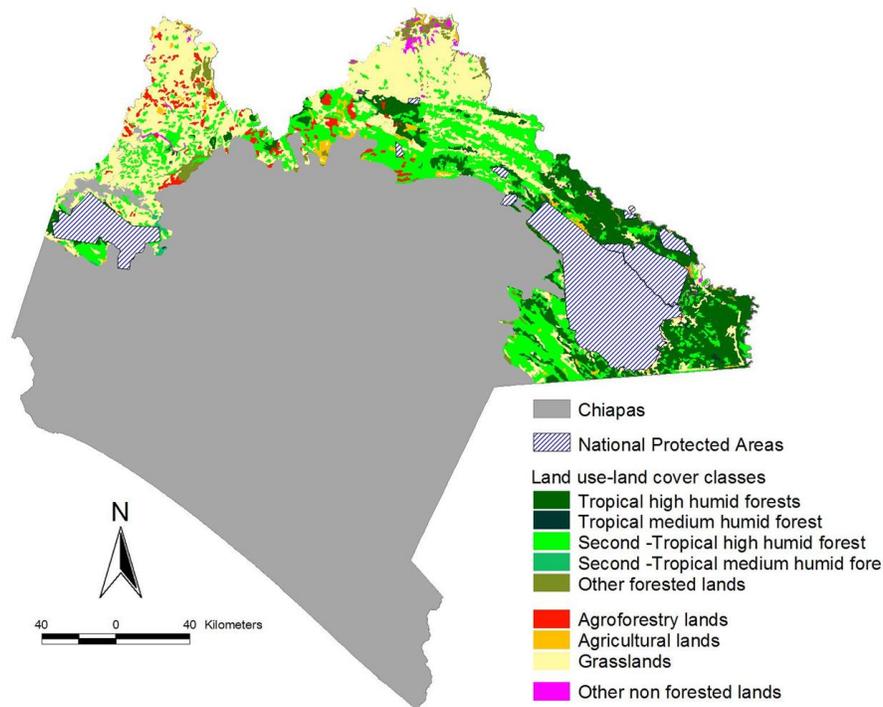


Figura 75. Región piloto en Chiapas de implementación del modelo CBM-CFS3. Fuente: Olguin *et al.*, 2011

En la Figura 76 se muestran las tendencias de perturbación de los usos del suelo en la región de análisis, así como los cambios en los reservorios o almacenes de carbono, donde el balance neto muestra que la región es una fuente (emisiones) de GEI. La información utilizada en este trabajo proviene de de Jong *et al.* (2010) y puede considerarse como una aproximación al análisis de políticas públicas asociadas a los esquemas tipo REDD+.

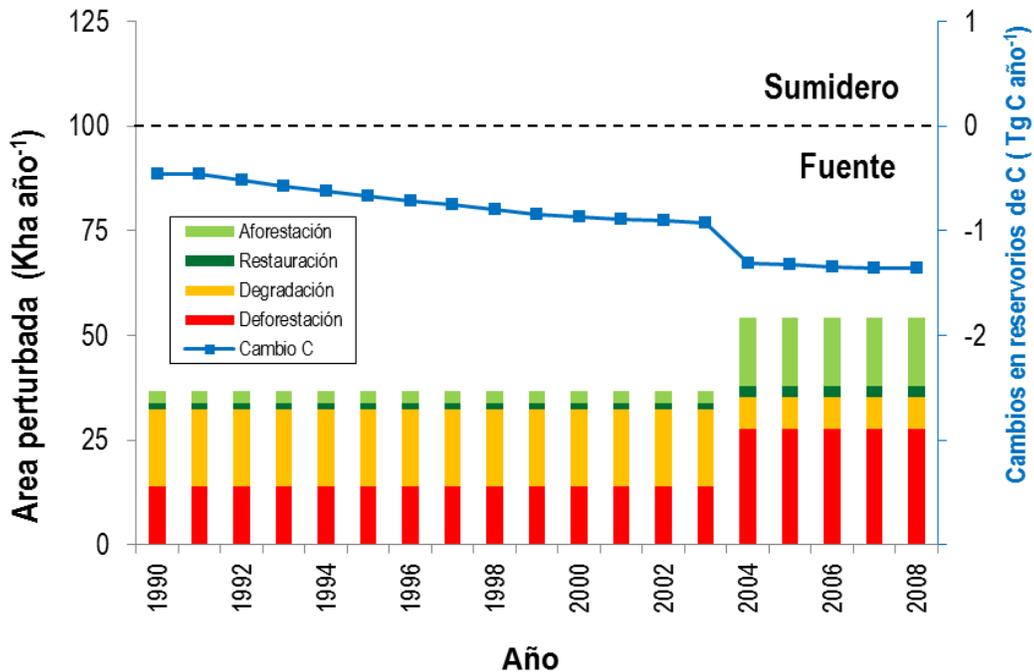


Figura 76. Superficie anual afectada (miles de hectáreas) por tipo de perturbación en el periodo 1990 al 2007, con su implicación en términos del balance neto de emisiones a escala regional (millones de toneladas de carbono por año). Fuente: Olguin *et al.*, 2011

Bajo ciertas consideraciones, Olguin *et al.* (2011) analizaron el efecto de tener en cuenta sólo la deforestación y la combinación de deforestación y degradación forestal en un escenario futuro hasta el año 2050.

La Figura 77 muestra los escenarios proyectados asociados a RED, REDD y BAU, donde se muestra que alrededor del 2020, al implementar REDD, la región se volvería un sumidero (remociones), cambiando drásticamente el escenario usual (BAU). El ejercicio de modelación muestra ganancias marginales en la reducción de emisiones de GEI para el escenario REDD, en relación al RED. Este resultado debe interpretarse con precaución, ya que está condicionado por los datos usados para parametrizar el modelo CBM-CFS3 y no refleja necesariamente la realidad regional de los ecosistemas.

El caso de estudio analizado deja entrever el uso potencial de los modelos biofísicos o mecanicista para analizar escenarios futuros asociados a programas de políticas públicas, asistiendo la toma de decisiones.

La ventaja de los modelos como el CBM-CFS3 es que proporcionan información detallada en relación a los almacenes de carbono parametrizados. Por ejemplo, para la materia orgánica muerta sobre la superficie del suelo, estos datos pueden ser útiles para caracterizar las camas de combustibles y la gestión de riesgos contra incendios forestales.

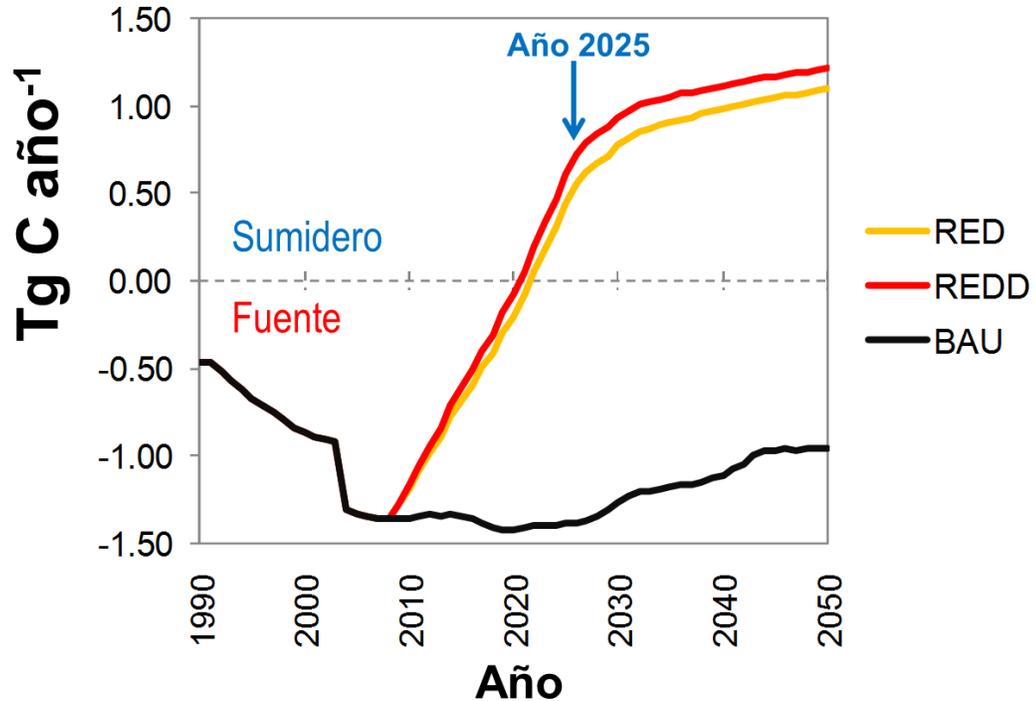


Figura 77. Balance neto de emisiones simulados para el periodo de 1990 al 2050, de continuar con las tasas de cambio de cobertura y uso de suelo observadas durante 2002 al 2007 hasta el año 2050 (escenario BAU), de reducir la deforestación a una tasa cero en el año 2025 (escenario RED) o de reducir la deforestación y la degradación forestal a una tasa cero en el año 2025 (escenario REDD). Fuente: Olguin *et al.*, 2011

En los lineamientos y guía de buenas prácticas del IPCC (1997, 2003) se establece que un almacén debe considerarse si incide en el balance de emisiones/remociones de GEI. La reciente COP 17 estableció una guía similar, a menos que se justifique porque no fue considerado. Para el caso del COS, los resultados en Chiapas (Paz *et al.*, 2010c) muestran que su dinámica de cambio produce emisiones similares a las de la biomasa viva (de Jong *et al.*, 2010), por lo que debe considerarse en los mecanismos REDD+.

Los contenidos del carbono orgánico en los suelos pueden representar importantes contribuciones a las acciones de mitigación del cambio climático (Balbontin *et al.*, 2009), por lo que es necesaria su revaloración (Saynes *et al.*, 2011).

La alta variabilidad espacial (efecto de escala) del COS limita su incorporación en las estimaciones de carbono en una región. No obstante lo anterior, Paz *et al.* (2008a y b y 2010a) mostraron que esta variabilidad espacial puede modelarse en forma adecuada e incorporarla en las estimaciones espaciales de COS a escalas múltiples. El marco de la geostatística indicadora Bayesiana puede hacerse compatible con la propuesta de Paz *et al.* (2008a y 2010a) para realizar estimaciones de acuerdo a las metodologías previamente presentadas.

En el caso de los modelos del COS, en México se han realizado pruebas piloto de la implementación del modelo RothC (Coleman y Jenkinson, 1996) en diferentes tipos de uso del suelo (Gonzalez *et al.*, 2010a y b; y 2011a, b y c) con resultados aceptables en la mayoría de los casos. El modelo RothC es uno de los modelos con mayor facilidad de parametrización, por lo que puede usarse para generar escenarios futuros del almacén COS en Chiapas.

En algunas zonas de Chiapas, particularmente en la Reserva de la Biosfera de El Ocote, la determinación del COS plantea dificultades adicionales dado lo somero y espacialmente fragmentada de la capa de suelo (Orihuela *et al.*, 2011). Adicionalmente, el modelo RothC tiene un funcionamiento pobre en suelos volcánicos, por lo que se requiere de otro modelo para esta situación.

Aunque el modelo RothC tiene bajos requerimientos para su parametrización, estos muchas veces no están disponibles o requieren estimarse a partir de información indirecta, dando como resultado incertidumbres altas. Una alternativa al uso de este modelo, con requerimientos mínimos de parámetros (solo lo que está disponible en Chiapas), es el desarrollado por Paz *et al.* (2011c), se trata de un modelo simple de cinética lineal del COS, el cual puede ser usado en forma confiable para generar escenarios futuros. En el caso de suelos volcánicos, Paz y Covalada (2011) plantearon un modelo simple de la dinámica del COS parametrizado por razones molares asociadas a la protección química de estos suelos. Este modelo ha sido armonizado con los modelos de estados y transiciones (Covalada *et al.*, 2007), por lo que puede ser usado con los desarrollos realizados en Chiapas.

Adicionalmente a la dinámica del COS, es necesario conocer la del mantillo, producto de las hojas que caen del follaje para así poder parametrizar los modelos. En el caso de Chiapas, Orihuela y de Jong (2011) han establecido relaciones de la dinámica de la producción de hojarasca en la Reserva de la Biosfera de El Ocote, que pueden ser utilizadas en la modelación del COS.

Un aspecto importante en la caracterización y modelación de la dinámica de los almacenes de los bosques es el relacionado al material leñoso muerto, que junto con el mantillo forman la cama de combustibles (de Jong, 2009; 2010a y c; Maldonado y Paz, 2011), que permite desarrollar estrategias de gestión de riesgos de incendio.

4. RECOMENDACIONES INICIALES PARA INTEGRAR LOS PROYECTOS PUNTUALES EXISTENTES EN EL MARCO GENERAL A NIVEL ESTATAL CON ENFOQUE ANIDADO.

Los mecanismos o esquemas REDD+ requieren de la existencia de una contabilidad a nivel de país de las emisiones de GEI generadas, o a nivel subnacional (estatal), para el enfoque anidado. Esta consideración plantea la posibilidad de reducir los costos de transacción, ya que no se requiere la consideración de fugas o permanencia de las implementaciones a nivel proyecto asociadas al mercado voluntario del carbono. En el caso subnacional, no

está definido como considerar las fugas fuera de la región o estado donde se implemente un proyecto REDD+.

De los análisis y discusión de la sección previa, para poder armonizar la escala de proyecto (e.g. proyectos de AMBIO) es necesario implementar el enfoque jurisdiccional o anidado con los siguientes requerimientos mínimos:

- El Gobierno de Chiapas y socios estratégicos deben definir la escala de implementación de REDD+, donde se desarrollaran escenarios de referencia y el MRV. La escala recomendada es la de AGEBS.
- Los proyectos individuales deberán usar los escenarios de referencia de la AGEB a la que pertenezcan, de tal modo que la escala de intervención esté armonizada a la de implementación. Los monitoreos a escala de proyecto deberán seguir el esquema de inventarios estatales del carbono.
- Debe desarrollarse un enfoque jurisdiccional que minimice los riesgos asociados a incumplimientos y a las acciones de los no participantes en los mecanismos REDD+, de costo mínimo y que considere la situación de los impactos de eventos extremos (e.g. huracanes, incendios, etc.). Esto requiere del desarrollo de instrumentos financieros de gestión de riesgos que será considerado en la Fase B.

En la visión del desarrollo de un esquema más amplio de acciones de mitigación de GEI en el sector ASOUS, y orientadas a mercados regulados, es posible usar otros instrumentos del Protocolo de Kioto y la CMNUCC

Los instrumentos de planeación y operación asociados a los mercados de carbono se refieren esencialmente a las metodologías, estándares y procesos necesarios para implementar bonos o créditos de carbono. En los Mecanismo de Desarrollo Limpio hay pocas oportunidades actuales para el sector agropecuario y forestal, dados los altos costos de implementación a escala de proyectos. Aunque este mercado de compromiso es el de mayor volumen e interés, en la implementación se pierde su viabilidad financiera.

Los mercados voluntarios del carbono ofrecen mayor flexibilidad, pero su volumen está acotado; aunque creciendo, además de estar en constante evolución. No obstante este dinamismo y oferta de estándares, su implementación está orientada a la escala de proyectos, lo que hace también costosa su operación.

Dentro de los esquemas en negociación para el periodo post-Kioto en la CMNUCC o en los mecanismos de desarrollo limpio existen otros instrumentos de menor costo de implementación: acciones de mitigación apropiadas nacionalmente (NAMAs, por sus siglas en inglés) y programas de actividades (PoAs, por su siglas en inglés).

NAMAs

En el Plan de Acción de Bali (UNFCCC, 2007) en el Párrafo 1 (b) (ii) se hizo un llamado para “acciones nacionales apropiadas en mitigación por los países en desarrollo en el contexto

del desarrollo sustentable, soportadas y activadas por tecnología, financiamiento y construcción de capacidades, en una forma medible, reportable y verificable”. Esta declaración creó las NAMAs, pero bajo un contexto vago. Por una parte, puede haber diferentes tipos de NAMAS no orientadas a la reducción de emisiones de GEI y por el otro el MRV quedó en términos muy genéricos, además de que la declaración “en el contexto del desarrollo sustentable” las ubica en una dimensión más allá del cambio climático.

En muchos casos, las NAMAs han sido categorizadas como (Jung *et al.*, 2010):

- NAMAs unilaterales: son acciones de mitigación desarrolladas por países en desarrollo por sí mismos.
- NAMAs con soporte: son acciones de mitigación en países en desarrollo soportadas por financiamiento climático directo de los países Anexo I.
- NAMAs acreditadas: son acciones de mitigación en países en desarrollo que generan créditos para ser vendidos en los mercados del carbono.

Generalmente las NAMAs se han planteado en términos sectoriales, para aprovechar las economías de escala. En el caso de México hay algunas NAMAs planteadas en el sector energía y transporte, con diferentes fuentes de financiamiento (Jung *et al.*, 2010).

En la COP 16 en Cancún (UNFCCC, 2011) se desarrolló un marco para los países en desarrollo para ser tomado y soportado por NAMAs. Un conjunto separado de estas NAMAs para el sector forestal fue incluido bajo el esquema REDD+. En los acuerdos de Cancún se estableció sobre las NAMAs:

- Que todas las NAMAs deben ser medidas, reportadas y verificadas nacionalmente y las acciones soportadas por los países desarrollados deberán también ser medidas, reportadas y verificadas internacionalmente.
- Los niveles de emisión de base para las NAMAs estarán basadas en desviaciones del escenario de las emisiones en relación a las emisiones “sin que pase nada (business as usual o BAU)” en el 2020.
- No hay salvaguardas para las NAMAs, ya que se consideró que la discusión de lo apropiado de estas políticas nacionales y medidas no son parte del MRV.
- Los países en desarrollo son requeridos a enviar información de sus NAMAs, junto con un estimado de costos y reducción de emisiones, así como el marco de tiempo anticipado para su implementación.
- Las NAMAS recibirán soporte directo de los países desarrollado, a ser emparejado vía el registro de NAMAs.

En lo general, en relación a REDD+, las NAMAs tienen requerimientos más relajados y de menor costo de implementación, lo cual ha sido criticado (ECA, 2011) porque ha restado énfasis y rigor a REDD+. Independientemente de estas críticas, las NAMAs pueden ser un mecanismo para implementar en términos económicos acciones masivas de reducción de GEI como contribución de pequeñas acciones (sector agropecuario). Otro aspecto interesante de las NAMAs es que pueden ser un mecanismo para el desarrollo de los mercados nacionales del carbono, con el soporte de organismos bi o multilaterales (e.g. BID).

En el primer trimestre del 2011, 48 países no Anexo I enviaron al Secretariado de la CMNUCC información de las NAMAs propuestas, donde México no envió ninguna y solo declaraciones de intención en relación a las metas del PECC (FCCC, 2011).

Las NAMAs en el sector agricultura son escasas y las propuestas están orientadas a cómo desarrollar un MRV que genere confianza y que sea simple (Wilkes et al., 2011).

PoAs

Los Programas de Actividades (PoAs) se originaron en la COP del 2005 como un esquema para políticas o estándares local/regional/nacional que no pueden ser consideradas como actividades de proyecto MDL. La escala de proyecto (CDM programme of activities o CPA) fue discutida previamente, en las metodologías de gran y pequeña escala. Las de pequeña escala tienen límites en relación a las emisiones, por lo que están acotadas para su implementación fuera del caso por caso. Las PoAs pueden aglutinar cualquier número de CPAs, de tal manera que se excedan los límites individuales, por lo que resultan muy atractivas en términos sectoriales para su implementación.

Las principales características de las PoAs son (Beaurian y Schmidt-Traub, 2010):

- Sin que ninguna de las CPAs de pequeña escala exceda los límites de emisión, las PoAs pueden agregar un número indefinido de CPAs sin estar sujetas a las restricciones de los proyectos, y costos, de gran escala.
- Una vez que una PoA está registrada como MDL por su Junta Directiva (JD), los proyectos nuevos que cumplan los requerimientos de la PoA pueden ser incluidos como CPAs, sin que se requiera la aprobación de la JD.
- Todas las metodologías MDL son aplicables a las PoAs.
- La duración de las PoAs no excederá 28 años (7 años, renovable 3 veces)
- Ninguna CPA con una fecha previa de inicio a la fecha antes de la validación de la PoA puede ser incluida

5. LIMITACIONES EN LA EVALUACION INICIAL DE AREAS DE MAYOR POTENCIAL PARA REDD+

De la discusión con Conservación Internacional México y sus socios, la parte de la evaluación inicial de áreas de mayor potencial económico para la implementación de REDD+ en Chiapas fue considerada para ejecutarse en la Fase B, dadas las limitaciones de la información existente.

Aunque se han identificado las áreas con mayor riesgo de deforestación en Chiapas, esa información no es suficiente si no se establece la línea base de evaluación y se cuenta con información económica para realizar análisis de costo-beneficio (costos de oportunidad, costos de implementación y costos de transacción).

Un problema asociado a la evaluación de áreas de mayor potencial de implementación de los mecanismos REDD+ es la escala de análisis. La información disponible solo permite análisis a nivel de municipios o subcuencas; como primera aproximación. Así, el análisis a nivel de municipios, considerando las discusiones vertidas en este documento, son la única opción para el análisis de factibilidad planteado.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, S. 2007. Efecto de los programas de fomento a la ganadería en la Reserva de la Biósfera La Sepultura, Villaflores, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Ciencias y las Artes de Chiapas, Escuela de Biología.

Aguillón J., Olguín M., Arias T., Berrueta V., Colunga G., Etchevers J., García C., Ghilardi A., Gosch R., Guerrero G., de Jong B., Masera O., Pareja M., Prehn M., Probst O., Riegelhaupt E., de los Ríos E. and Tinoco J. 2009. Agriculture, forestry, and bioenergy. *In*: T.M. Johnson, C. Alatorre, Z. Romo, and F. Liu (Coords.). México: estudio sobre la disminución de carbono. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington, DC, USA. (<http://tinyurl.com/medec26oct>).

Alabert, F. 1987. Stochastic Imaging of Spatial Distributions Using Hard and Soft Information. M.S. Thesis. Stanford University. Stanford, California.

Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. 2008. Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. Editores: E. S. Pérez, E. Secaira, C. Macías, S. Morales e I. Amezcua. Fundación Defensores de la Naturaleza – The Nature Conservancy. 101pp.

- Angelsen, A., Boucher, D., Brown, S., Merckx, V., Streck, C., and Zarin, D. 2011. Guidelines for REDD+ reference levels: principles and recommendations. Prepared for The Government of Norway. Meridian Institute 14 pp.
- Baland, J.M., and Platteau, J.P. 1996. Halting Degradation of Natural Resources. Is There a Role for Rural Communities?. Oxford University Press, Oxford
- Balbontin, C., Cruz, C., Paz, F., Etchevers, J.D. 2009. Soil carbon sequestration in different ecoregions of Mexico. In: R. Lal and R.F. Follett (Eds.). Soil Carbon Sequestration and the Greenhouse Effect. 2nd Ed. SSSA Spec. Publ. 57. SSSA, Madison, WI
- Barkin D. 1991. Un desarrollo distorsionado: la integración de México a la economía mundial. Siglo XXI Editores. México D.F.
- Beaurian, F., and Schmidt-Traub, G. 2010. Developing CDN Programmes of Activities: a guidebook. South Pole Carbon Asset Management Ltd. Zurich, Switzerland 74 pp.
- Bolom Ton, F. 2000. Estructura de la vegetación arbórea en un gradiente de disturbio de comunidades del bosque mesófilo de las montañas del norte de Chiapas. Tesis de licenciatura. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas. Part I. Introduction to the flora of Chiapas. California Academy of Sciences. San Francisco, California.
- Cairns, M.A., Haggerty, P.K., Alvarez, R. 2000. Tropical Mexico's recent land-use change: a region's contribution to the global carbon cycle. Ecological Applications, 10(5): 1426-1441
- Cámara de Senadores. 2011. Ley general de cambio climático. Propuesta de los Senadores Alberto Cárdenas (PAN), Arturo Escobar (PVEM) y Silvano Aureoles (PRD). Dictamen de las Comisiones unidas de Medio Ambiente; de Recursos Naturales y Pesca; de Estudios Legislativos, Primera y de Estudios Legislativos, segunda, a diversas iniciativas con proyecto de decreto relativas al cambio climático. 152 p.
- Casiano, M., Bolaños, M., Pérez, M., y Paz, F. 2011. Sistema de Monitoreo Terrestre Orientado a la Ganadería (SIMTOG): avances 2011. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 299-306.
- Castaños, L.J. 1994. La rebelión indígena en los bosques de Chiapas, México: efectos del ajuste estructural y la reforma forestal. (<http://www.fao.org/docrep/t4620s/t4620s0b.htm>)
- Castillo S., García-Gil, M.A., March, G., Fernández, I.J., Valencia. Osorio, E., Flamenco, A. 1998. Diagnóstico geográfico y cambios de uso del suelo en la Selva El Ocote,

- Chiapas. Informe Final. El Colegio de la Frontera Sur-Fondo Mundial para la Naturaleza WWF México, Biodiversity Support Program, U.S. AID. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, 121 pp. Anexo cartográfico.
- Castillo, M.A., Hellier, A., Tipper, R. y de Jong, B.H.J. 2007. Carbon emissions from land-use change: an analysis of causal factors in Chiapas, Mexico. *Mitigation and adaptation strategies*, 12: 1213-1235.
- Castillo, M.A., de Jong, B.H.J., Maldonado, V., Rojas, F., Olguín, M., de la Cruz, V., Paz, F., y Jiménez, G. 2010. Modelo de deforestación para el estado de Chiapas. Informe final de consultoría para Conservación Internacional México A.C.
- CDM Executive Board. CDM Validation and Verification Manual (EB55/01). En http://cdm.unfccc.int/Reference/Manuals/accr_man01.pdf
- Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, The Nature Conservancy. 2009. Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. The Nature Conservancy/Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 335 pp.
- CGG-SAGARPA y COLPOS. 2009. Documento de Referencia para el Sistema Nacional de Monitoreo Satelital Orientado a la Ganadería y Evaluación del PROGAN 2009. Proyecto desarrollado por el Colegio de Postgraduados para la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, bajo la Coordinación de Fernando Paz, con la colaboración de Ma. Isabel Marín, Marisol Reyes, Luis A. Palacios, Edgardo Medrano, Fermín Pascual, Fernando Ibarra, México, D.F., 47 pag.
- CIGA-REDD-UNAM. 2011. Report on the FCPF Workshop Linking community monitoring with national MRV for REDD+. Mexico city. 12-14 september.
- Chen, J.M. 1999. Spatial scaling of a remotely sensed surface parameter by contexture. *Remote Sensing of Environment* 69: 30-42.
- Coleman K, and Jenkinson D. 1996. RothC-26.3 – A model for the turnover of carbon in soil. In: D.S. Powlson, P. Smith, and J.U. Smith (Eds.) *Evaluation of Soil Organic Matter Models using Existing, Long-term Dataset*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 237–246
- Comparán, J.M. 1997. Plan Piloto Forestal de Marqués de Comillas, Propuesta de Planeación hacia el Desarrollo Regional y el Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. México.

- Congreso del Estado de Chiapas. 2012. Legislación vigente.
<http://www.congresochiapas.gob.mx>
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 197 pp. México D.F., México.
- CONAFOR, 2008. Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos. En: [http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/apoyosc/proarbol/Convocatoria2008/Anexos_Tecnicos/PSA/TDRC5.1_Hidrologicos.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/apoyosc/proarbol/Convocatoria2008/Anexos_Tecnicos/PSA/TDRC5.1_Hidrologicos.pdf?=%20$root%20?%3E/docs/secciones/apoyosc/proarbol/Convocatoria2008/Anexos_Tecnicos/PSA/TDRC5.1_Hidrologicos.pdf)
- CONAFOR. 2010a. Readiness Preparation Proposal (R-PP) Template (2010) del Banco Mundial. 68 p.
- CONAFOR. 2010b. Visión de México sobre REDD+, hacia una estrategia nacional. Jalisco, México. 54 p.
- CONAFOR. 2011c. Fondo Cooperativo para el carbono de los bosques. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/cambio-climatico-y-bosques/2-instrumentos-de-apoyo-financiero-y-tecnico/a-fondo-cooperativo-para-el-carbono-de-los-bosques> (Fecha de consulta: 16/11/2011)
- CONAFOR. 2011d. Acciones tempranas REDD+ en México: Marco para su Desarrollo, Principios y Criterios Orientadores. Borrador para discusión (9 de agosto de 2011).
- CONAFOR. 2011e. Programa de Protección contra Incendios Forestales. (<http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/component/content/article/6/269>).
- CONAFOR. 2011f. FIP. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/cambio-climatico-y-bosques/2-instrumentos-de-apoyo-financiero-y-tecnico/b-fip-programa-de-inversion-forestal> (Fecha de consulta: 18/12/11)
- CONAFOR. 2011g. Reporte Semanal de resultados de incendios forestales 2011. Datos acumulados del 01 de enero al 15 de diciembre de 2011. Coordinación General de Conservación y Restauración. Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guadalajara, México.
- CONAFOR. 2011h. Elementos para el Diseño de la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+). Versión

Cero. 26 de Octubre de 2011. Documento de trabajo para la revisión Del CTC-REDD+ y GT-REDD+.

CONANP, REBISO, FMCN & The Nature Conservancy. 2004. Programa de manejo integrado del fuego de la Reserva de Biosfera Selva El Ocote. Taller de análisis de PMIF en Reservas de la Biosfera Selva El Ocote y La Sepultura, Chiapas. Tuxtla-Gutiérrez, Chiapas.

CONANP. 2011. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/areas_certi.php

Cortes, J.I., Turrent A., Diaz P., Hernandez E., Mendoza R., y Aceves E. 2005. Manual para el establecimiento y manejo del sistema milpa intercalada en árboles frutales en laderas. Colegio de Postgraduados. Texcoco.

Cortina, S. 2006. Survival of the forests and the common property in the highlands of Chiapas, Mexico. Trabajo presentado en The 11th Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property, Bali, Indonesia. http://dlc.dlib.indiana.edu/archive/00001867/00/Cortina_Sergio.pdf

Cortina, H.C. 2007. Usos del suelo y deforestación en Los Altos de Chiapas. Tesis doctoral. UNAM. México D.F.

Covalada, S. 2008. Influencia de diferentes impactos antrópicos en la dinámica del carbono y la fertilidad de suelos volcánicos mexicanos, implicaciones sobre el secuestro de carbono. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. Valladolid.

Covalada, S. 2009. Construcción de una base de datos y conocimiento asociada a la implementación de REDD+ en Chiapas. Reporte de estancia postdoctoral en el Colegio de Postgraduados. S.C.L.C., Chiapas. 37 p. + anexos

Covalada, S. 2010. Modelos de estados y transiciones para los almacenes de carbono en las principales regiones de Chiapas. Reporte de estancia postdoctoral en El Colegio de la Frontera Sur y el Colegio de Postgraduados. S.C.L.C., Chiapas. 61 p. + anexos

Covalada, S., Paz, F., Gallardo, J., Prat, C., Etchevers, J., y Hidalgo, C. 2007. Teoría de estados y transiciones aplicada a suelos volcánicos sometidos a diferentes manejos I: relación molar (Sio-Sid)/(Alo-Ald). Simposio Carbono Orgánico del Suelo y Calentamiento Global: Perspectivas y Oportunidades de Investigación en Latinoamérica. XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Guanajuato (México).

Covalada, S., Paz, F., y de Jong, B. 2011a. Modelo genérico de estados y transiciones para los cambios en los almacenes de carbono en ecosistemas templados de Chiapas. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 104-110.

- Covaleda, S., Paz, F., y de Jong, B. 2011b. Modelos de estados y transiciones: una herramienta para la planificación de estrategias REDD+. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 605-610.
- Covaleda, S., Gallardo, J.F., García-Oliva, F., Kirchmann, H., Prat, C., Bravo, M., Etchevers, J.D. 2011c. Land-use effects on the distribution of soil organic carbon within particle-size fractions of volcanic soils in the Transmexican Volcanic Belt (Mexico). *Soil Use Management* 27: 186-194.
- Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). En: *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro*. CONABIO. México. Pp. 443-518.
- Challenger, A., Duncan, G., González, M., March, I., Ramirez, N., Vidal, R.M. 2010a. XI. Sierras del Sur de Chiapas. En: *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. CONABIO. México D.F.
- Challenger, A., Duncan, G., González, M., March, I., Ramirez, N., Vidal, R.M. 2010b. XII. Montañas del Norte y Altos de Chiapas. En: *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. CONABIO. México D.F.
- Cuevas, R., y Paz, F. 2011. Elementos para el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero estandarizados a nivel nacional para los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático y Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques – Fase 2. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 623-629.
- Dale, V.H. 1997. The relationship between Land-Use Change and Climate Change. *Ecological Applications*, 7(3): 753-769
- Daily, G.C. 1995. Restoring value to the world's degraded lands. *Science* 269:350-354.
- de Gryze, S., Durschinger, L. 2010. An integrated REDD offset program (IREDD) for nesting projects under jurisdictional accounting, Terra Global Capital, Developed for the Governors' Climate and Forest Task Force ("GCF"), San Francisco, CA, 42 p.
- de Jong, B.H.J. 2000. Forestry for mitigating the greenhouse effect: An Ecological and Economic Assessment of the Potential of Land Use to Mitigate CO₂ Emissions in the Highlands of Chiapas, Mexico. Tesis doctoral. Wageningen Universiteit. Wageningen, Holanda.

- de Jong, B.H.J., Ochoa, S., Castillo, M., Ramírez, N., y Cairns, M.A. 2000. Carbon flux and patterns of land use land cover change in the Selva Lacandona. *Ambio*, 29 (8): 504-511.
- de Jong B, Olgúin, M., Rojas, F., Maldonado, V., Paz, F., Etchevers, J., Cruz, C.O., y Argumedo, J. 2009. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990-2006, Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura. Reporte preparado para el Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 119 p.
- de Jong, B., Anaya, C., Maser, O., Olguin, O., Paz, F., Etchevers, J., Martínez, R.D., Guerrero, G., and Balbontin, C. 2010a. Greenhouse gas emissions between 1993 and 2002 from land-use change and forestry in Mexico. *Forest Ecology and Management*. 260: 1689-1701
- de Jong B.H.J., Cruz, V., Olgúin, M., y Maldonado, V. 2010b. Formulación de un proyecto piloto REDD, usando el sistema de Plan Vivo en la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote, en el estado de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Documento interno
- de Jong, B.H.J., Rojas, F., Olgúin, M., de la Cruz, V., Paz, F., Jiménez, G., Castillo, M.A. 2010c. Establecimiento de una línea base de las emisiones actuales y futuras de Gases de Efecto Invernadero provenientes de Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo. Informe final de consultoría para Conservación Internacional México A.C.
- Deheza, E. 2011. Cambio Climático, Migración y Seguridad. Políticas de Mejores prácticas y opciones Operacionales para México. Programa de Cambio Climático y Seguridad de RUSI. Informe preliminar. Reino Unido.
- DGPCC-SEMARNAT. 2011. http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/politica-nacional-sobre-cambio-climatico.html#comision_intersecretarial
- Díaz, R., Alatorre, C., Maser, O. 2003. El uso de bioenergía en los hogares: impactos ambientales y en la salud. Documento de trabajo 38. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A. C. Patzcuaro, Michoacán.
- Diaz, D., Hamilton, K., and Johnson, J. 2011. State of the forest carbon markets 2011: from canopy to currency, Ecosystem Marketplace, Washington, D.C., 93 p.
- Diaz-Gallego, J.R., Mas, J.F., y Velazquez, A. 2008. Monitoreo de los patrones de deforestación en el corredor biológico mesoamericano, México. *Interciencia* 33: 882-890.
- Duarte, A.F. 2010. Manejo forestal comunitario y biodiversidad en Los Altos de Chiapas. Tesis de Maestría. ECOSUR. San Cristobal de las Casas, Chiapas.

- Dutt, G., Navia, J., y Sheinbaum, C. 1989. Cheranátzicurin: tecnología apropiada para cocinar con leña. *Ciencias*, No. 15, pp. 43-4
- Eagle, A.J., Henry L.R., Olander L.P., Haugen-Kozyra K., Millar N., and Robertson G.P. 2011. Greenhouse gas mitigation potential of agricultural land management in the United States, a synthesis of the literature. Technical Working Group on Agricultural Greenhouse Gases (T-AGG) Report. Second Edition. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Duke University. Durham, North Carolina.
- ECA. 2011. NAMAs and REDD+, Nationally Appropriate Actions – undermining REDD+ in the forest sector?, Ecosystems Climate Alliance. 8 p.
- Ecosystem Marketplace. 2009. Beyond carbon: biodiversity and water markets, Washington, D.C. 56 p.
- Esquivel, E., de Jong, B., Olgúin, M., Martínez, M.P., Orihuela, E., de la Cruz, V. 2010. Formulación de un proyecto REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) usando el sistema Plan Vivo en la Reserva de la Biósfera El Ocote. Fase 2. Reporte técnico final. Financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Abt Associates Inc. Chiapas, México.
- Esquivel E., y Rodriguez R. 2011. Formulación de un proyecto REDD (Reducción de emisiones por Deforestación y Degradación) usando el Sistema Plan Vivo en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Fase 3. Financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Abt Associates Inc. Chiapas, México.
- Estrada, M. 2011. Standards and methods available for estimating Project-level REDD+ carbon benefits. Reference guida for project developers. Working Paper 52. CIFOR. Bogor, Indonesia 65 pp.
- Etchevers, J.D., Monreal C.M., Hidalgo C., Acosta M., Padilla J. y López R.M. 2005. Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción en laderas. Colegio de Postgraduados. México.
- FCC. 2011. Compilation of information on nationally appropriate mitigation actions to be implemented by Parties not included in Annex I to the convention. Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention. FCC/AWGLCA/2011/INF.1 49 p.
- FCPF. 2011. <http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/node/12>
- Fundación Defensores de la Naturaleza, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica y The Nature Conservancy. 2009. Sistematización de Experiencias de Manejo de Forestal y del Fuego en los Bosques de Pino-Encino de

Centroamérica. The Nature Conservancy/Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala, 97 pp.

Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy-TNC.2010. Sistematización de experiencias de manejo forestal y del fuego en la Ecorregión bosques de Pino encino de Centroamérica. Financiado por TNC.

García-Oliva, F., Casar, I., Morales, P., and Maass, J.M. 1994. Forest-to pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia*, 99: 392-396.

GEO-FCT. 2011. Group of Earth Observations-Forest Carbon Tracking Portal. (<http://www.geo-fct.org/>).

Gobierno de Chiapas. 2012a. Quinto Informe de Gobierno: Eje 4-Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. Tuxtla Gutiérrez. Chiapas

Gobierno de Chiapas. 2012b. Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012. <http://www.chiapas.gob.mx/plan>

GOFC-GOLD. 2010. A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals caused by deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOFC-GOLD Report version COP16-1.

Gonzalez, L., Etchevers, J.D., Paz, F., Valdez, R., Gonzalez, J.M., and Moreno, E. del C. 2010a. Estimation of changes in soil organic carbon in hillside systems on a regional scale. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 57-67

Gonzalez, L., Etchevers, J.D., Gonzalez, J.M., and Paz, F. 2010b. Soil organic changes at the plot level in hillside Systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. doi:10.1016/j.agee.2010.09.010

González, L., Etchevers, J.D., Paz, F., Diaz, D., Fuentes. M.H., Covalada. S., y Pando, M. 2011a. Performance of the RothC-26.3 model in short-term experiments in Mexican sites and systems. *Journal of Agricultural Science*. Doi:10.1017/S0021859611000232

González, L., Etchevers, J.D, Paz, F., y González, J.M. 2011b. El uso potencial de modelo RothC-26.3 en los inventarios nacionales de carbono orgánico del suelo en México. En: M.B. Turran y F. García-Oliva (Eds.). *Materia orgánica edáfica y captura de carbono en sistemas iberoamericanos*. SIFyQA_Ministerio de Ciencia e Innovación, Salamanca, España. pp: 229-248

González, L., Etchevers, J., Paz, F., y González, J. 2011c. Desempeño del modelo ROTHC-26.3 en los niveles de estudio: parcela, sistema y región en México. En: F. Paz (ed.),

Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp.120 -127.

Gonzalez-Espinosa, M., Ramirez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A., Holz, S.C., Rey-Benayas, J. M., Parra-Vasquez., M. R. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: Modelos ecológicos y estrategias de acción. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 80: 11-23.

Grassi, G., Monni, S., Federici, S., Achard, F., and Mollicone, D. 2008. From uncertain data to credible numbers: applying the conservativeness principle to REDD. Environmental Research Letters. 3

Ghilardi, A. 2008. Evaluación multiescalar del uso de leña en México. Tesis Doctoral, CIECO, UNAM.

Ghilardi, A, Guerrero, G., Maser, O. 2007. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using WISDOM approach. Biomass and Bioenergy 31: 475-491.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. Science 162: 1243-1248

Herold, M., Hirata, Y., Van Laake, P., Asner, G., Heymell, V., and Roman, R.M. 2011a. A review of methods to measure and monitor historical forest degradation. 31 p. (<http://www.fao.org/forestry/25752-0417ead6a14f6f0356f8640c2a4ca2c79.doc>)

Herold, M., Roman, R.M., Mollicone, D., Hirata, Y., Van Laake, P., Asner, G., Souza, C., Skutsch, M., Avitabile, V., and MacDicken, K. 2011b. Options for monitoring and estimating historical carbon emissions from forest degradation in the context of REDD+. Carbon Balance and Management. 6: 13

INE-SEMARNAP. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Montes Azules, México. INE. México D.F.

INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. 1:1,000,000. México.

INEGI. 2007. Censo Agropecuario. Aguascalientes, Aguascalientes.

INEGI-CONAPO. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2009. En: www.inegi.org.mx (15 de julio de 2010).

INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

IPCC. 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment

Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency, Paris, France.

IPCC. 2003. Intergubernamental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kyoto Tanabe and Fabian Wagner. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.

Isaaks, E., and Srivastava, R.M. 1989. Applied geostatistics. Oxford University Press. New York. 561 p.

Jefatura Estatal de Control Contra Incendios Forestales. 2012. Programa Anual de Trabajo 2012. CONAFOR-SEMARNAT. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Jiménez, G., Soto, L., y de Jong, B.H.J. (sin publicar). Sistemas agroforestales y captura de carbono (CO₂) en la región norte de Chiapas, México. ECOSUR. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Jiménez, G., Marinidou, E., González, A., de Jong, B., Ochoa, S., Olguín, M. 2010. Establecimiento de una línea base de las emisiones actuales y futuras de gases de efecto invernadero provenientes de los subsectores Agricultura y Ganadería, del sector Agricultura, Ganadería, Silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU 1.2). Informe final para Conservación Internacional México A.C.

Jung, M., M. Viewg, K. Eisbrenner, N. Höhne, C. Ellerman, S. Schimschar, C. Beyer. 2010. Nationally Appropriated Mitigation Actions: insights from example development, ECOFYS, Cologne, Germany, 22 p.

Klooster, D. 1996. Cómo no conservar el bosque: La marginalización del campesino en la historia forestal mexicana. Cuadernos Agrarios 14(6):144-156.

Kurz W., Dymond C., White T., Stinson G., Shaw H., Rampley G., Smyth C., Simpson B., Neilson, E., Trofymow J., Metsaranta J., and Apps M. 2009. CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. Ecological Modelling 220: 480-504.

Kurz, W., de Jong, B., Olguín, M., Paz, F., Ángeles, G., Zermeño, C., Smyth, C., Stinson., S y Birdsley, R. 2011. Modelling forest carbon budgets in Mexico: progress and challenges. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 686-688.

Levy, S.I., Aguirre J. R., Martínez, M. M., y Durán A. 2002. Caracterización del uso tradicional de la flora espontánea en la comunidad lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. Interciencia 27: 512-520.

- López, M., Jimenez, G., de Jong, B., Ochoa, S. Nahed, J. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región Norte-tzotzil, Chiapas México. *Veterinaria México*, 32(2): 93-102.
- Madsen, B., Carroll, N., Kandy, D., and Bennet, G. 2011. Update: state of biodiversity markets, *Forest Trends, Ecosystem Marketplace*, Washington, D.C. 39 p.
- Maldonado, V., y Paz, F. 2011. Caracterización de la cama de combustibles en los diferentes ecosistemas forestales: elementos para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de incendios forestales. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 254-257.
- Maldonado, V., Bernardi, H., y Paz, F. 2011. Emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la quema de caña de azúcar pre-cosecha: estimación nacional 1997-2010. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 151-155.
- Martinez, G.C. 2009. Análisis de cambio de uso de suelo en zonas cafetaleras de Jitotol y Cacahoatán, Chiapas. Tesis de licenciatura. UNAM. México D.F.
- Masera, O., Ordoñez, M.J., and Dirzo, R., 1997. Carbon emissions from Mexican forests: the current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295.
- Masera, O.R., Drigo, R., Trossero, M.A. 2003. Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping (WISDOM): A methodological approach for assessing woodfuel sustainability and support Wood energy planning. *FAO Reports, Wood Energy Program, Forest Product Division*. FAO, Rome.
- Masera, O., Arias C., Ghilardi, A., Guerrero, G., Patiño, P. 2010. Estudio sobre la Evolución Nacional del Consumo de Leña y Carbón Vegetal en México, 1990-2024. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Medrano, E., Ibarra, F., Palacios, L., Jiménez, I., y Paz, F. 2011. SPIAS: un sistema para proceso de imágenes satelitales a escala de país. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 337-342.
- Merino, L. 1997. El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. *CRIM-UNAM, SEMARNAP y el Consejo Mexicano para la Silvicultura Sostenible*. World Resources Institute, Washington, DC. 186 p.
- Merino, L., Segura, G. 2007. Las políticas forestales y de conservación y sus impactos en las comunidades forestales en México. En: D. Bray, L. Merino, D. Barry (eds.). *Los*

bosques comunitarios de México, manejo sustentable de paisajes forestales. INE-SEMARNAT. México D.F.

Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez.

Morales M. y Martínez M. 2009. Plantaciones dendroenergéticas en Chiapas: por las mujeres empiezan. México. 4pp.

Navarro, A. 2000. Manual práctico de labranza de conservación. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, México D.F.

Ochoa, S. 2000. El proceso de fragmentacion de los bosques en los altos de Chiapas y su efecto sobre la diversidad florística. Tesis doctoral. UNAM. México D.F.

Olander, L.P., Gibbs, H.K., Steininger, M., Swenson, J.J., and Murray, B.C. 2008. Reference escenarios for deforestation and forest degradation in support of REDD: a review of data and methods. *Environ. Res. Lett.* 3: 025011 (11 pp).

Olgúin, M., Kurz, W., de Jong, B., Paz, F., Ángeles, G., Zermeño, C., y Flores, R. 2011. Hacia el uso del modelo CBM-CFS3 a escala nacional en México: proyecto piloto Chiapas. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 364-370.

Ordoñez, J.A.B., de Jong, B.H.J., García-Oliva, F., Aviña, F.L., Pérez, J.V., Guerrero, G., Martínez, R., y Maser, O. 2008. Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover. *Forest Ecology & Management*. 225: 2074-2084.

Orihuela, E., y de Jong, B. 2011. Producción de hojarasca en la Reserva de la Biosfera Selva "El Ocote", en el Estado de Chiapas. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 174-180.

Orihuela, E., Mendoza, J., y de Jong, B. 2011. Profundidad del suelo y su relevancia en las estimaciones de carbono en "El Ocote", en Chiapas. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 181-188.

Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, New York

Ostrom, E. 1992. *Diseño de Instituciones para Sistemas de Riego Auto-Gestionarios*, Institute for Contemporary Studies Press. San Francisco, CA

- Ostrom, E. 1998. A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action. *American Political Science Review* 92: 1-22
- Palacios, L.A., Paz, F., Oropeza, J.L., Figueroa, B., Martínez, M., Ortiz, C., y Exebio. A. 2006. Clasificador genérico de objetos en imágenes ETM+, *Agrociencia* 40: 613-626
- Panta, M., Kim, K., Joshi, C. 2008. Temporal mapping of deforestation and forest degradation in Nepal: Applications to forest conservation. *Forest Ecology and Management* 256: 1587-1595.
- Paz, F. 2009a. Mitos y falacias del método hidrológico del número de curva del SCS/NRCS, *Agrociencia* 43: 521-528
- Paz F. 2009b. Proyecto piloto “Una REDD para Chiapas” (bases metodológicas y estrategias de implementación), Borrador 0.5, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Documento no publicado.
- Paz, F. 2010a. Estimación de la degradación forestal usando sensores remotos ópticos y el concepto de atrayentes de la dinámica de la vegetación. Poster presentado en el II Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. San Carlos, Sonora, México
- Paz, F. 2010b. Evaluación, importancia y perspectivas de la captura de carbono y reducción de emisiones de gases efecto invernadero en pastizales y matorrales: hacia la implementación de REDD++. En: M.E. Velasco, M. Salvador, M.L. Adriano, R.A. Perezgrovas y B. Sánchez (Editores). *Memorias del I Congreso Internacional de Pastizales Chiapas 2010. SOMMAP. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 7-22*
- Paz, F. 2010c. Escenarios de referencia y sistema de medición/monitoreo, reporte y verificación para REDD+ y sector AFOLU: elementos para una Visión REDD+ de México. Borrador 0.9. Documento de trabajo preparado para U.S. AID. México, D.F. 136 p.
- Paz, F. 2011a. Una visión integral de territorio y su planeación ante el cambio climático: RETUS (Reducción de Emisiones de Todos los Usos del Suelo). En: F. Paz (ed.), pp. 671-676.
- Paz, F. 2011b. Reporte final de evaluación del ciclo 2009-2010 del PROGAN. Preparado para la CGG-SAGARPA. México, D.F. 130 p. + anexos.
- Paz, F. 2011c. Balance entre implementación e intervención en las estrategias REDD+: áreas geoestadísticas básicas del INEGI. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. 7 pp.*

- Paz, F., y Covalada, S. 2011. Desarrollo de un modelo de protección química del carbono en suelos volcánicos. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 247-253.
- Paz, F., y de Jong, B. 2011a. Desarrollo de una estrategia de mapeo del carbono en ecosistemas terrestres usando fusión de información cuantitativa y semi-cuantitativa en campo bajo el principio de conservación de la incertidumbre. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 371-376.
- Paz, F., y de Jong, B. 2011b. Inventarios dinámicos del carbono en ecosistemas terrestres cambiando espacio por tiempo: cronosecuencias. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 377-382.
- Paz, F., Balbontín, C., y Etchevers, J. 2006. Integración de información terrestre y satelital: un ejemplo para el caso del carbono orgánico en los suelos. Documento de trabajo COLPOS. Montecillo, Estado de México. 52 p.
- Paz, F., Palacios, E., Bolaños, M., Palacios, L.A., Martínez, M., Mejía, E., y Huete, A. 2007. Diseño de un índice espectral de la vegetación: NDVIcp. *Agrociencia* 41: 539-554
- Paz, F., Balbontín, C., Etchevers, J., Martínez, M., y Ortiz, C. 2008a. Análisis multifractal del carbono en los suelos. 1. Función universal de escalamiento. *Terra Latinoamericana* 26: 183-191
- Paz, F., Balbontín, C., Etchevers, J., Martínez, M., y Ortiz, C. 2008b. Análisis multifractal del carbono en los suelos. 2. Divergencia de momentos estadísticos. *Terra Latinoamericana* 27: 257-264.
- Paz, F., Marín, M.L., López, E., Zarco, A., Bolaños, M., Oropeza, J.L., Martínez, M., Palacios, E., y Rubiños, E. 2009a. Elementos para el desarrollo de una hidrología operacional con sensores remotos: mezcla suelo-vegetación, *Ingeniería Hidráulica en México*, XXIV: 69-80
- Paz, F., Zarco, A., Cano, A., Bolaños, M.A., y Odi, M. 2009b. Un método simple para estimar las propiedades geométricas y ópticas de las hojas de la vegetación. *Agrociencia* 43:417-425.
- Paz, F., Palacios, L.A., Ibarra, L.F., Jimenez, I., Medrano, E.R. 2009c. System for Processing Images from Satellites (SPIAS) and its use on MRV of REDD. Generation 2. General description and system modules (non technical version). GRENASER-COLPOS. Document prepared for Google technical collaboration. Montecillo, Estado de Mexico. 21 pp.

- Paz, F., Balbontín, C., Etchevers, J., Martínez, M., y Ortiz, C. 2010a. Análisis multifractal del carbono en los suelos. 3. Estimaciones escalantes. *Terra Latinoamericana* 28: 59-71.
- Paz, F., Marín, M.I., López, E., Zarco, A., Bolaños, M.A., Oropeza, J.L., Martínez, M., Palacios, E., y Rubiños, E. 2010b. Elementos para el desarrollo de una hidrología operacional con sensores remotos: suelo desnudo. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 1: 59-71.
- Paz, F., Cruz, C.O., Argumedo, J.A., Marín, M.I., Etchevers, J. 2010c. Documento de referencia del carbono orgánico en el suelo (COS), en el Estado de Chiapas. Anexo 2 del Informe final consultoría para Conservación Internacional México A.C. 37 p.
- Paz, F., Cruz, C.O., Chapa, D.E., Argumedo, J., Rosales, J., y Romero, V.M. 2010d. Procedimiento de extracción, edición y validación de datos auxiliares en la cobertura terrestre de Chiapas. Documento de trabajo GRENASER-COLPOS. Montecillo, Estado de Mexico. 27 p. + SIG
- Paz, F., García, F., Olgúin, M., Covalada, S., y Marín, M.I. 2010e. Elementos para el INEGI estandarizados a nivel estatal para los PEACC y REDD. Informe final preparado para el INE. INE/A1-042/2010. 62 p. + anexos.
- Paz, F., Marín, M.I., Medrano, E.R., Ibarra, F., Pascual, F. 2010f. Elaboración de mapas multitemporales de bosque, a partir de imágenes LANDSAT, TM y ETM+ y análisis de la degradación forestal y deforestación en Chiapas. Informe final consultoría para Conservación Internacional México A.C.
- Paz, F., Reyes, M., y Medrano, E. 2011a. Diseño de índices espectrales de la vegetación usando curvas iso-suelo. *Agrociencia* 45: 121-134
- Paz, F., Bolaños, M.A., Palacios, L.A., Pascual, F., Medrano, y Ibarra, F. 2011b. Desarrollo de curvas espectrales del crecimiento anual de la vegetación, usando sensores remotos. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2:445-464
- Paz, F., Covalada, S., y Etchevers, J. 2011c. Modelación de la distribución del carbono orgánico de los suelos por fracciones físicas. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono.* Toluca, Estado de México. pp. 271-278.
- Paz, F., de Jong, B., Covalada, S., Morales, M., Amézcua, I., Gómez, J., Torres, M., y Vargas, A. 2011d. Monitoreo forestal comunitario en la Sierra Madre de Chiapas. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono.* Toluca, Estado de México. pp. 611-617.

- Paz, F., de Jong, B., Reyes, M., Ibarra, F., Marín, I., y Olgúin, M. 2011e. Un ejercicio de construcción de escenarios referencia multi-escala en Chiapas. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 390-396.
- Paz, F., Cruz, C., Argumedo, J., de Jong, B. 2011f. Piloto REDD+ en Chiapas usando estrategias integrales y de bajo costo de inventarios de carbono en ecosistemas terrestres. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 356-363.
- Paz, F., Ibarra, F., Medrano, E., Reyes, M., Marín, I. 2011g. MRV del sector ganadero: evaluación 2010. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 647-553.
- Paz, F., Cruz, C., y Argumedo, J. 2011h. Elementos temáticos para la caracterización del carbono a escala local en Chiapas, Jalisco y la región del Cutzamala. En: F. Paz (ed.), Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 314-321.
- Pearson, T., Walker S. y Brown, S. 2006. Guidebook for the Formulation of Afforestation and Reforestation under the Clean Development Mechanism. ITTO Technical Series 25. International Tropical Timber Organization.
- Pedroni, L. 2010. Metodologías de REDD. Curso para la elaboración de proyectos y actividades REDD. Manaus, Brasil. 22-24 Marzo de 2010.
- Peters-Stanley, M., Hamilton, K., Marcello, T., and Sjardin, M. 2011. State of the voluntary carbon markets 2011: back to the future, Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance, Washington, D.C., 93 p.
- Pinto, L., Anzueto, M., Quechulpa, S. 2011. El acahual mejorado, un prototipo agroforestal. ECOSUR-redISA.
- Plan Vivo Foundation. 2011. Project: Scolel' Te México. (<http://www.planvivo.org/projects/registeredprojects/scolel-te-mexico/>)
- PMC. 2011. Manual de Criterios para la Selección de las Parcelas de Muestreo Cuantitativas y Semicuantitativas. Programa Mexicano del Carbono. Bajo la Coordinación de Fernando Paz; con la colaboración Marcos Casiano, Carlos Omar Cruz, Jesús Argumedo, Ben de Jong y Rafael Flores. México, D.F. 60 p.
- PNUD. 2010. REDD+ en México: Firma de acuerdo de colaboración entre el Gobierno de Noruega y el PNUD. (<http://www.undp.org.mx/spip.php?article1664>)

- Procuraduría Agraria, 2006. Glosario de Términos Jurídico-Agrario. México D.F.
- Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. 2012. <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/paccch/paccch.pdf>
- Quechulpa, S., Esquivel, E., Fournier, S. 2011. Scolel' Te Program. Plan Vivo Annual Report 2010. (http://www.planvivo.org/wp-content/uploads/RepScolel_Te_2010_02_05_final-public-version.pdf)
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinoza, M., and Williams-Linera, G. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154: 311-326.
- Ramos, S.G. 2006. Dinámica de la fijación de fósforo y la inhibición de ésta por mejoradores biofísicoquímicos en suelos cafetaleros del Soconusco, edo. de Chiapas. Tesis Doctoral. UNAM. México D.F.
- Redondo, A., and Montagnini, F. 2006. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 232: 168-178.
- Reyes, M., Covalada, S., y Paz, F. 2011. Ordenamientos territoriales e intervenciones a escala local en Chiapas en REDD+: carbono, costos de oportunidad y modelos de estados y transiciones. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 642-646.
- Rico, L. 2008. Análisis de un proyecto de integración de conservación y desarrollo en la reserva de la biósfera de La Sepultura (Chiapas, México). Memoria de diploma de estudios avanzados. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Rodríguez, J.F., Ocampo, M., Zenteno, C., y Martínez, A. 2008. Línea de base para la conservación del área de uso común del ejido San Antonio Miramar, municipio de Pijijiapan, Chiapas. Pronatura-Sur, FONCET.
- Rojas, F., y Paz, F. 2011. Elementos para el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero estandarizados a nivel nacional para los Programas Estatales de Acción Ante el Cambio Climático y Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques – Fase 1. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 618-622.

- Rojas, L. A., Mora, A., y Rodríguez H. 2002. Efecto de la labranza mínima y la convencional en arroz en la región Huetar norte de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 13 (2):111-16.
- Rojas, J. 2009. Manifiestación de impacto ambiental para el establecimiento de: Unidad de manejo para conservación y rehabilitación de los manglares y del ejido Conquista Campesina, Tapachula de Córdoba Ordoñez, Chiapas. PRONATURA-SUR. San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Romero, E.I. 2006. Estructura y composición de los bosques de manglar en el sistema lagunar Carretas-Pereyra, Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, Mexico. Tesis de licenciatura. UNICACH. Tuxtla Gutierrez, Chiapas.
- Roncal, S., Soto, L., Castellanos, J., Ramírez, N. y de Jong, B.H.J. 2008. Sistemas agroforestales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Interciencia*, 33: 202-206.
- Salazar, J. 2012. Chiapas ocupa el octavo lugar en material forestal. Noticiasnet. <http://www.noticiasnet.mx/portal/principal/82422-chiapas-ocupa-octavo-lugar-materia-forestal>
- Sanchez, G., García F., y Morales, H. 2001. Manual de Conservación de Suelos y Agua. SEMARNAT-Centro Campesino para el Desarrollo Sustentable. México D.F.
- Saynes, V., Etchevers, J., Paz. F., de Jong, B., Cruz, C., Carrasco, M., Hidalgo, C., y Padilla, J. 2011. Carbono en los suelos forestales de México: revalorando nuestros almacenes. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México*, Programa Mexicano del Carbono. Toluca, Estado de México. pp. 92-98.
- Schroth, G., Laderach, P., Depewolf, J., Philpott, S., Haggar, J., Eakin, H., Castillejos, T., García, J., Soto, L., Hernández, R., Eitzinger, A. and Ramirez, J. 2009. Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 14 (7): 605-625.
- Secretaria de Hacienda del Estado de Chiapas. 2012. Programas Institucionales 2007-2012. http://www.haciendachiapas.gob.mx/Contenido/Planeacion/Informacion/Programacion_Sectorial/Programas_Institucionales/Default.htm
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Programa Especial de Cambio Climático. <http://www.semarnat.gob.mx/programas/semarnat/Paginas/PECC.aspx>
- Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural. 2011. Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. Coordinación General Conservation International México, A.C. Gobierno del Estado de Chiapas. Chiapas, México.

- Sheinbaum, C., y Masera, O.R. 2000. Mitigating carbon emissions while advancing nacional development priorities. The case of México. *Climatic Change* 47: 259-282
- Strand, H., Höft, R., Strittholt, J., Miles, L., Horning, N., Fosnight, E., and Turner, W. (Edits.). 2007. Sourcebook on remote sensing and biodiversity indicators. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series no. 32, 203 p.
- Soto-Pinto L., de Jong B., Jiménez-Ferrer G., Esquivel Bazan E. 2007. Exploring the potential of agroforestry and tree plantations as carbon storage systems. *APANews* 31:10-12
- Soto-Pinto, L., Vargas, A., Aguilar, S. 2009. Construcción de un modelo de café de conservación y créditos de carbono en la Sierra Madre de Chiapas. Informe fina consultoría presentado a Conservación Internacional México A.C.
- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Jiménez, G., De Jong, B.H.J. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 78: 39-51.
- Souza C., Roberts, D.A. and Monteiro, A. 2005. Multi-temporal analysis of degraded forests in the southern Brazilian Amazon. *Earth Interactions* 9: 1-25
- Stanton, T., Echavarria, M., Hamilton, K., and Ott, C. 2010. State of watershed payments, a emergent marketplace. *Ecosystem Marketplace*. Washington, D.C. 102 pp.
- Stringham, T.K., Krueger, W.C., and Shaver, P.L. 2001. States, transitions and thresholds: Further refinement for rangeland applications, Special Report 1024. Agricultural Experiment Station, Oregon State University. Corvallis OR, USA.
- Tian, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Knyazikhin, Y., Bogaert, J. and Myneni, R.B.. 2002. Radiative transfer based scaling of LAI retrievals from reflectance data of different resolutions. *Remote Sensing of Environment* 84: 143-159.
- Tinoco, J.A., Etchevers, J., Paz, F., y Olgún, M. 2011. Uso del modelo CBM-CFAS3 para la simulación de la dinámica del carbono en la Sierra Mazateca de Oaxaca. En: F. Paz (ed.), *Memorias del III Simposio Internacional del Carbono en México, Programa Mexicano del Carbono*. Toluca, Estado de México. pp. 53-56.
- Toledo, T. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña. En: *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. CONABIO. México D.F.
- Tovilla, C., Salas, R.L., de la Presa, J.C., Romero, E., Ovalle, F., Gómez, R., Hernández, J., de la Cruz, E., Hernández, A. 2007. Inventario forestal de los bosques de manglar de la costa de Chiapas. Informe final COCYTECH. COCYTECH-ECOSUR.

- UNFCCC, 2007. Decisión 1/CP.13, Plan de Acción de Bali. FCCC/CP/2007/6/Add.1
- UNFCCC. 2008. Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Technical Paper, Advance Version. FCCC/TP/2008/8. 101 p.
- UNFCCC. 2011. Informe de la Conferencia de las partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010. FCCC/CP/2010/7/Add.1
- UNFCCC. 2012. Draft decision on guidance on systems for providing information on how safeguards are addressed and respected and modalities relating to forest reference emission levels and forest reference levels as referred to in decision 1/CP.16, appendix I.
- Valero, J. 2010. *Jatropha curcas* para la producción de biodiesel en Chiapas: agricultores participantes, tierras empleadas y sustitución de cultivos. Tesis de maestría. Ecosur. San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Vargas, A., Aguilar, S., Castillo, M.A., Esquivel, E., Hernández, M.A., López, A.M., y Quechulpa, S. 2009. Programa Estatal para la Compensación por Servicios Ecosistémicos, una propuesta para Chiapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Corredor Biológico Mesoamericano. Serie de Acciones/Número 5. México D.F.
- VCS. 2011. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Requirements v3.1, 19 October 2011. (www.v-c-s.org/program-documents)
- Velasco, R. 2010. Manual para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) en laderas en la cuenca media del río Coapa. Segundo informe del proyecto "Inducción y seguimiento al establecimiento de prácticas agroforestales y silvopastoriles como estrategia que coaduya a la prevención ambiental y adaptación al cambio climático en las cuencas Coapa y Cuxtepec". Pronatura Sur-CBM.
- Westoby, M., Walker, B.H., and Noy-Meir, I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*: 42, 266–274.
- Wilkes, A., Shiping W., Tennigkeit T, and Jiexi F. 2011. Agricultural monitoring and evaluation systems: what can we learn for the MTTV of agricultural NAMAs? ICRAF Working Paper No. 126, China. 16 p.
- World Bank. 2011. Estimating the opportunity costs of REDD+, a training manual. Washington, D.C.

Zarco, A, Paz, F., Palacios, E., Cano, A., Bolaños, M, Pascual, F. Palacios, L.A., Palacios, O., y Oropeza, J.L. 2008 Modelación del efecto de escala espectral en el sistema suelo-vegetación, *Agrociencia*, 42: 193-204.