



**PROGRAMA DE ACCIÓN
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
DEL ESTADO DE CHIAPAS**

**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, Silvicultura y otros usos del suelo
(AFOLU 1.2)**

Preparado por:

Guillermo Jiménez Ferrer, Eleni Mirinadou, Adriana González, Ben de Jong, Susana Ochoa,
Marcela Olguín

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	2
Lista de Figuras	4
Lista de Cuadros.....	4
Acrónimos.....	6
1. ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LOS COMPONENTES AGRÍCOLA Y GANADERO PARA CHIAPAS, MÉXICO (1990-2009)	7
Resumen	8
<i>Antecedentes.....</i>	<i>9</i>
<i>Objetivo</i>	<i>10</i>
<i>Descripción general.....</i>	<i>10</i>
Fermentación entérica.....	10
Manejo del estiércol.....	10
Suelos agrícolas.....	11
Quema de residuos o rastrojos.....	11
Arroz.....	11
<i>Cálculo de emisiones</i>	<i>11</i>
<i>Datos del inventario.....</i>	<i>12</i>
Fermentación entérica.....	12
Manejo del estiércol.....	13
Factores de emisión del óxido nítrico aplicados a los sistemas de gestión de estiércol.....	14
<i>Incertidumbres.....</i>	<i>14</i>
1.1.INVENTARIO DEL SUBSECTOR AGRICOLA DE CHIAPAS.....	15
1.1.1. <i>Fuentes de información.....</i>	<i>15</i>
1.1.2. <i>Metodología</i>	<i>15</i>
Carbono existente en la biomasa	16
Emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas	16
Cultivo de arroz	17
1.1.3. <i>Resultados.....</i>	<i>18</i>
Superficie y biomasa total de los cultivos agrícolas.....	18
Emisiones procedentes de la quema de sabanas	19
Emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas	20
Emisiones de N ₂ O procedentes de suelos agrícolas.....	20
Cultivo de arroz	22
1.1.4. <i>Resumen de las emisiones de las actividades agrícolas.....</i>	<i>22</i>
1.2.INVENTARIO DEL SUBSECTOR PECUARIO DE CHIAPAS.....	24
1.2.1 <i>Fuentes de información.....</i>	<i>24</i>

1.2.2. Metodología	25
CH ₄ por fermentación entérica	25
Emisión de CH ₄ por manejo de excretas	25
Emisión de N ₂ O del manejo de excretas	26
1.2.3. Resultados	27
Población total de animales domésticos.....	27
Emisiones de metano (CH ₄) de la fermentación entérica	28
Emisiones de metano (CH ₄) del manejo del excretas	29
Emisiones de oxido nitroso (N ₂ O) del manejo de excretas.....	30
1.2.4. Resultado de Emisiones de GEI en Chiapas.....	31
1.2.5. Incertidumbres principales.....	34
2. ESTRATEGIAS SILVOPASTORILES PARA LA MITIGACIÓN-ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR GANADERO DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO	36
Antecedentes.....	37
Objetivo	37
Metodología	37
2.1. Introducción.....	38
2.2. Prácticas silvopastoriles para la mitigación/adaptación al cambio climático en la ganadería	39
2.2.1. Árboles dispersos en potrero.....	41
2.2.2. Cercos vivos.....	42
2.2.3. Pastoreo en plantaciones y huertos.....	43
2.2.4. Pastos en callejones de árboles.....	43
2.2.5. Bancos de proteína y/o energía.....	44
2.2.6. Conservación de agua y suelos	44
2.2.7. Intensificación de los sistemas ganaderos	46
2.3. Incentivos para la implementación de buenas prácticas de adaptación al cambio climático	49
2.4. Estrategias silvopastoriles que pueden contribuir a la mitigación –adaptación al cambio climático para las principales regiones de Chiapas, México	52
2.4.1. Región Soconusco.....	52
2.4.2. Región Altos-Sierra.....	53
2.4.3. Región Valles Centrales.....	55
2.4.4. Región Norte	57
2.4.5. Región Lacandona	59
2.4.6. Región Costa	60
Referencias	62
Anexos.....	64

Lista de Figuras

Figura 1. Superficie agrícola del estado de Chiapas, en ha (1994-2007).....	19
Figura 2. Biomasa (BM) de los cultivos perennes en ton de C (años 1990-2009).....	19
Figura 3. Emisiones de GEI por la quema de los residuos agrícolas en CO ₂ equivalente.....	20
Figura 4. Emisiones de N ₂ O (Gg), directas (N ₂ O INDIRECT), indirectas procedentes de los fertilizantes (N ₂ OINDIRECT) y de los residuos agrícolas (N ₂ O INDIRECT)	21
Figura 5. Emisiones de CH ₄ (Tg/año) por el cultivo de arroz en el estado de Chiapas y sus tendencias para los años faltantes (línea intermitente).....	22
Figura 6. Emisiones de GEI (Agricultura) en CO ₂ equivalente (Gg/año), en el estado de Chiapas	23
Figura 7. Dinámica de la población de animales domésticos en Chiapas (1990 – 2007)	28
Figura 8. Emisiones de metano (CO ₂ eq) por fermentación entérica, Chiapas (1990 -2007)	29
Figura 9. Emisiones de metano (Co2 e) provenientes del manejo de excretas, Chiapas (1990 – 2007).....	30
Figura 10. Emisiones de óxido nitroso (Co2 e) provenientes del manejo de excretas.....	31

Lista de Cuadros

Cuadro1. Fuentes de información utilizadas para la estimación de las emisiones de GEI sector agrícola.....	11
Cuadro 2. Estadísticas de cultivos para el cálculo de emisiones.....	18
Cuadro 3. Factor de emisión utilizado para determinar las emisiones de CH ₄ por fermentación entérica.....	25
Cuadro 4. Factor de emisión de acuerdo a la temperatura promedio anual, utilizado para determinar las emisiones de CH ₄ por manejo de excretas.....	26
Cuadro 5. Factor de emisión utilizado para determinar las emisiones directas de N ₂ O por el manejo de excretas	26
Cuadro 6. Datos utilizados para determinar Next _(T) y (MS _(T,PRP))	27
Cuadro 7. Emisiones de GEI derivadas del sector agrícola y pecuario en Chiapas 1990 - 200931 (Tg CO ₂ e)	31

Cuadro 8. Resumen de las emisiones del subsector agrícola.....	32
Cuadro 9. Resumen de las emisiones del subsector ganadero en el estado de Chiapas(1990 – 2009).....	33
(Gg/año).....	33
Cuadro 10. Total de las emisiones del subsector ganadero, Chiapas (1990 – 2007)	34
Tg C eq.....	34
Cuadro 11. Beneficios socio-económicos y ecológicos de los sistemas silvopastoriles	40
Cuadro 12. Prácticas silvopastoriles para la conservación de suelo/agua (CSA) y sus beneficios ecológicos.....	45
Cuadro 13. Estrategias de alimentación que contribuyen al aumento de la productividad animal	47
Cuadro 14. Estrategias de manejo del animal y la pastura, que contribuyen a la intensificación del sistema ganadero.....	48
Cuadro 15. Herramientas para la adopción de SSP y su nicho de acción	50
Cuadro 16. Estrategias de mitigación-adaptación región Soconusco.....	53
Cuadro 17. Estrategias de mitigación-adaptación región Altos y Sierra.....	54
Cuadro 18. Estrategias de mitigación-adaptación región Valles Centrales.....	56
Cuadro 19. Estrategias de mitigación-adaptación región Norte	58
Cuadro 20. Estrategias de mitigación-adaptación región Lacandona	59
Cuadro 21. Estrategias de mitigación-adaptación región Costa	60

Acrónimos

C – Carbono

CH₄ – Metano

Chis – Chiapas

CI – Conservation International

CO₂ – Dióxido de carbono

CO₂ e – Dióxido de carbono equivalente

CONAFOR – Comisión Nacional Forestal

ECOSUR – El Colegio de la Frontera Sur

EPA – Environmental Protection Agency

Gg – Gigagramo

GEI – Gas de efecto invernadero

HNO₃ – Ácido nítrico

INEGI – Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática

IPCC – International Panel on Climate Change

kg – Kilogramo

Mg – Megagramos

MTm – Millón de toneladas métricas

MTmCO₂e – Millón de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente

N₂O – Oxido nitroso

OEIDRUS - Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable

PCG – Potencial de calentamiento global

ppb – Partes por billón [mil millones]

ppm – Partes por millón

ppt – Partes por trillón [un millón de millones]

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SF₆ – Hexafluoruro de azufre

SIACON -- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta

Tg – Teragramo

Tg C eq – Teragramos de carbono equivalente

Tm – Tonelada métrica (equivalente a 1.102 toneladas cortas)

1. ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LOS COMPONENTES AGRÍCOLA Y GANADERO PARA CHIAPAS, MÉXICO (1990-2009)

Resumen

Las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) relacionados con la agricultura constituyen una importante proporción de las emisiones brutas de GEI en el estado de Chiapas, ya que este estado es eminentemente agrícola y ganadero. En el periodo 1990 – 2007 las emisiones de GEI en el sector agrícola (Agricultura + Ganadería) del estado de Chiapas, fueron de 3.21 a 4.7 millones de TM de CO₂ e. Estas emisiones provienen principalmente de la fermentación entérica (ganadería bovina de carne) y los suelos agrícolas. La fermentación entérica es consecuencia de los procesos digestivos normales del ganado rumiante, que generan emisiones de metano. La producción bovina en Chiapas es una de las principales actividades emisoras de GEI. Los suelos agrícolas emiten óxido nitroso debido a la aplicación de fertilizantes comerciales nitrogenados y estiércol, al cultivo de especies fijadoras de nitrógeno, y a la descomposición de los rastrojos de los cultivos. Se prevé que las emisiones del sector agrícola se incrementen (tasa de crecimiento anual 1990-2007 = 2.57 %), y la mayor parte de este incremento se derivará de la fermentación entérica, con índices de crecimiento medio anual de 25 – 35 % respectivamente. Algunas de las fuentes más pequeñas de emisiones de GEI en el subsector agrícola son las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del estiércol y la quema de rastrojos. Un importante subsector sobre el cual no hubo datos disponibles para realizar la estimación de las emisiones netas de CO₂ es el referente a: el uso de sistemas agrícolas con baja o alta mecanización, sistemas agroforestales con usos semi-intensivos e intensivos con mecanización y/o fertilizantes químicos, producción de aves en sistemas intensivos, y producción de porcinos en la modalidad de sistemas intensivos.

Antecedentes

Conservación Internacional México (CI) con el apoyo de del Gobierno Británico-Embajada Británica en México (**UK**), con el Gobierno del Estado de Chiapas (Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (**SEMAVIHN**)), instituciones de investigación (ECOSUR-COLPOS) y diversas organizaciones sociales de Chiapas, están desarrollando el “**PROGRAMA DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE CHIAPAS**”, con el objetivo de contribuir en la reducción de los impactos negativos provocados por el cambio climático y proponer las medidas adecuadas de mitigación y adaptación.

Uno de los componentes del Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, que será una fuente de información de primer orden a ser compartida y utilizada por un comité interinstitucional en conjunto con la sociedad civil organizada e instituciones de investigación en Chiapas para la toma de decisiones es el desarrollo de la línea base de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero actuales y futuras provenientes del sector Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo (AFOLU) y la descripción de las amenazas presentes y futuras en función del uso del suelo.

La línea base será uno de tres componentes técnico-científicos para la toma de decisiones; así como también será de utilidad para el desarrollo de los otros sectores de un inventario estatal de emisiones de GEI como es energía, residuos y procesos industriales y finalmente la reducción de escala de los escenarios climáticos desarrollados por el centro de ciencias de la atmósfera de la UNAM para México para 2025, 2050 y 2075 para el territorio del Estado de Chiapas.

Con las herramientas y productos resultantes, se busca tener las bases científicas para contribuir y apoyar de manera conjunta el desarrollo sustentable en el estado y definir estrategias de mitigación principalmente en el sector agrícola y forestal dejando las bases para otros sectores como el energético además de comenzar a trabajar estrategias de adaptación específicas.

Objetivo

Estimación de los inventarios de gases de efecto invernadero de los componentes Agrícola y Pecuario (Sector AFOLU) durante el periodo 1990-2009, usando las metodologías y guías de buenas prácticas más actualizadas del IPCC.

Descripción general

Las emisiones que contempla este informe se refieren a las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) procedentes de la producción agrícola y el ganado. Las principales fuentes de GEI –producción pecuaria, suelos agrícolas, arroz y quema de rastrojos- se subdividen además en la siguiente forma:

Fermentación entérica

Las emisiones de CH_4 derivadas de la fermentación entérica son el resultado de los procesos digestivos del ganado rumiante y no rumiante. Los microbios que se encuentran en el sistema digestivo del animal descomponen los alimentos y emiten como subproducto el CH_4 .

Manejo del estiércol

Las emisiones de CH_4 y N_2O derivadas del almacenamiento y el manejo del estiércol de ganado son resultado de la descomposición de las excretas. Las condiciones ambientales de la descomposición son las que dictan la magnitud relativa de las emisiones. En general, entre más anaeróbicas sean las condiciones, más CH_4 se produce, ya que las bacterias que ayudan a la descomposición y que generan CH_4 , se desarrollan mejor en condiciones en las que el oxígeno es limitado. En contraste, las emisiones de N_2O aumentan cuando las condiciones son aeróbicas. El IPCC (2006) divide esta fuente de la siguiente manera:

- Emisiones de CH_4 generadas por manejo del estiércol
- Emisiones directas de N_2O generadas por manejo del estiércol
- Emisiones indirectas de N_2O generadas por la lixiviación y volatilización

Suelos agrícolas

El manejo de los suelos agrícolas puede producir emisiones de N₂O y flujos netos de dióxido de carbono (CO₂) que generen emisiones. En general, las modificaciones a los suelos mediante las cuales se agrega a éstos nitrógeno, también pueden generar emisiones de N₂O. La adición de nitrógeno fomenta la nitrificación de los suelos subyacentes y los ciclos de desnitrificación, lo cual a su vez genera como subproducto el N₂O.

Quema de residuos o rastrojos

Cuando se queman los rastrojos de los cultivos se generan emisiones de CH₄ y N₂O.

Arroz

La producción de arroz en sistemas anegados conlleva emisiones de metano durante el tiempo en que se tiene el campo inundado. El IPCC (2006) propone varios factores de corrección a tomar en cuenta.

Cálculo de emisiones

Usando la información de las bases de datos disponibles para Chiapas se estimaron las emisiones de GEI del sector agrícola y pecuario (dentro del sector AFOLU) para el periodo 1990-2007, en términos anuales. Las metodologías usadas se basaron en las establecidas por el IPCC y se adaptaron a las condiciones de Chiapas.

Para el cálculo de superficie agrícola y población ganadera y emisiones por actividad pecuaria se utilizó la información disponible de fuentes estatales y nacionales, utilizando la más adecuada a la metodología sugerida por el IPCC. Las principales fuentes de información empleadas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro1. Fuentes de información utilizadas para la estimación de las emisiones de GEI sector agrícola

Fuente	Información proporcionada	Uso de la información en este análisis
Directrices del PICC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	IPCC 2006 proporcionó los métodos homologados para la cuantificación de gases de efecto invernadero en el sector agrícola responsables de la emisión de dichos gases. También facilitó factores de conversión y emisión basados en investigaciones cuando no se disponía de medidas o estudios nacionales, estatales, o específicos para algún sitio/región del estado de Chiapas	Los métodos de IPCC 2006 y los factores de emisión y conversión se aplicaron en las estimaciones de emisiones del sector de agricultura, ganadería y actividad forestal.

US EPA State Greenhouse Gas Inventory Tool (SIT) [<i>Herramienta de la EPA para inventarios estatales de gases de efecto invernadero</i>]	La herramienta SIT es una colección de hojas de cálculo vinculadas, cuyo propósito es ayudar a los usuarios a desarrollar inventarios estatales de GEI para el periodo 1990-2005. US EPA SIT contiene datos por defecto que se requieren para los inventarios. Los métodos de la herramienta SIT se basan en los métodos presentados en la serie de documentos del Volumen VIII publicada por el Programa de Mejoras a los Inventarios de Emisiones (http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume08/index.html).	Se usaron los factores por defecto de emisión y conversión para calcular las emisiones para el periodo 1990-2009 de actividades relacionadas con procesos agrícolas y pecuarios.
INEGI - SIACON	Registros sobre población pecuaria y producción de cultivos agrícolas	Se usaron como datos de actividad para definir las emisiones provenientes de actividades agrícolas.
OIDRUS	Aplicación de fertilizantes	Se usó para calcular las emisiones directas e indirectas de los suelos agrícolas.

Datos del inventario

Fermentación entérica

Las emisiones de metano de 1990 a 2007 se calcularon usando el método de Nivel 1 descrito en las directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2006). En este método se multiplican los factores de emisión anuales del metano específicos para cada tipo de animal rumiante por datos de actividad (población ganadera por tipo de animal). Esta metodología, así como las demás que se describen posteriormente, se basan en los lineamientos internacionales desarrollados por expertos en el sector para elaborar los inventarios de las emisiones de GEI.

Las emisiones de GEI se calcularon usando el método de Nivel 1 descrito en la metodología del IPCC (Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero publicadas en el Programa Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero del PICC).

La SEMARNAT – Chiapas proporcionó información pecuaria (2000 – 2007) basada en dos fuentes: 1) el Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON), una base de datos nacional y estatal en la que se llevan estadísticas sobre agricultura y ganadería; 2)

Anuarios Estadístico del Estado de Chiapas (1990 –2000), disponible en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Manejo del estiércol

Las Directrices del IPCC se usaron para calcular las emisiones de metano y óxido nitroso con datos de actividad sobre las poblaciones ganaderas del Estado de Chiapas en el lapso de 1990 al 2007. Para calcular las emisiones de CH₄ generadas por la gestión del estiércol, se multiplicaron las cifras de población por una estimación de la masa típica animal y el índice de producción de sólidos volátiles (SV) para calcular el total de SV producidos. La estimación de SV por tipo de animal se multiplica luego por un factor máximo de emisiones potenciales de CH₄ y un factor de conversión de metano ponderado para derivar el total de emisiones de CH₄. El factor de conversión de metano (FCM) ajusta las emisiones máximas potenciales de metano con base en los tipos de sistemas que se emplean en el estado de Chiapas.

Los factores de emisión se derivaron del IPCC y las prácticas de manejo del estiércol en el Estado. Se usaron factores de emisión y conversión por defecto para todas las fuentes de emisión en este sector, con información sobre la población ganadera por tipo, zona geográfica, y región climática. La zona geográfica que corresponde a Chiapas es América Latina. Los supuestos sobre el estiércol gestionado por tipo de sistema y los factores de conversión de metano asociados se indican a continuación. Se supuso que la distribución de los sistemas de gestión de estiércol y los factores de conversión de metano permaneció constante durante los años del inventario y en sistemas principalmente extensivos.

Las emisiones directas de N₂O generadas por la gestión del estiércol se obtienen usando las mismas cifras de población animal anteriormente mencionadas, multiplicadas por la masa típica animal y el factor de producción del nitrógeno total Kjeldahl (nitrógeno K). El nitrógeno total K se multiplica por un factor de no volatilización para determinar la porción que se maneja en los sistemas de gestión de estiércol. La parte no volatilizada se divide luego en fracciones que se procesan en sistemas de gestión de residuos líquidos. Enseguida estas

fracciones se multiplican por un factor de emisión del N_2O , y los resultados se suman para calcular el total de las emisiones de N_2O .

Factores de emisión del óxido nitroso aplicados a los sistemas de gestión de estiércol

Las emisiones indirectas de N_2O generadas por la lixiviación se obtienen tomando la masa de nitrógeno excretada por el animal en cada sistema de gestión de estiércol y multiplicándola por la fracción de nitrógeno liberado a través de lixiviación y escurrimientos; luego el producto se multiplica por un factor de emisión del N_2O N. Las emisiones indirectas del N_2O generadas por la volatilización se obtienen tomando la masa de nitrógeno excretada por el animal en cada sistema de gestión de estiércol y multiplicándola por la fracción de nitrógeno liberada a través de la volatilización. Luego el producto se multiplica por un factor de emisión del N_2O .

En sistemas de gestión extensivos, como el de ganadería bovina de carne en Chiapas, las emisiones indirectas se incorporan al total de emisiones directas, mediante un factor de corrección.

Incertidumbres

Existen vacíos de información en este inventario, principalmente debido a la calidad de las fuentes documentales y censales del estado de Chiapas. Se requieren datos más confiables de actividad históricos relacionados con la producción agropecuaria, especialmente respecto a la producción bovina de carne y leche y a sistemas agroforestales. Esto podría ayudar a reducir la incertidumbre asociada con las estimaciones de los pronósticos.

Aún es necesario realizar más trabajo para: evaluar las emisiones por quemas de cultivos y áreas de pastoreo; agregar las estimaciones sobre secuestro de carbono en zonas forestales y agroforestales, especialmente por programas de desarrollo del sector social y forestal.

1.1.INVENTARIO DEL SUBSECTOR AGRICOLA DE CHIAPAS

1.1.1.Fuentes de información

Para el cálculo de las emisiones de los diferentes tipos de GEI provenientes de las actividades agrícolas se utilizó la metodología propuesta por IPCC y la siguiente información proveniente de las bases de datos de INEGI:

- Superficie (ha) y volumen (ton) de cultivos a) por distrito para los años 1994 – 2002 y b) por municipio para los años 2000 – 2007.
- Superficie (ha) y volumen (ton) del cultivo de arroz a) por distrito para los años 1994 – 2002 y b) por municipio para los años 2000 – 2004. Después del año 2004, INEGI incluye este cultivo dentro de “otros cultivos anuales”.
- Superficies con aplicación de fertilizantes sintéticos a) por cultivo y por distrito para el año 1996 y b) por distrito para los años 1997 – 1999.

1.1.2.Metodología

Para definir la metodología, se usaron los árboles de decisión del IPCC (2006) y los utilizados por el último inventario nacional (INE 2005). Para las emisiones de los cultivos agrícolas no se estimó el CO₂ porque se supone que este se reincorpora al cultivo en el próximo ciclo. El CO₂ liberado o incorporado a/de la atmósfera se estimó solo por el cambio de uso de suelo de agrícola a otro tipo y al contrario, a través de los años. Por esto, se estimaron también los depósitos de carbono en la biomasa viva y en el suelo de los cultivos agrícolas para cada año.

Se supuso que los cambios en las existencias de carbono en la materia orgánica muerta y en los suelos minerales no son significativos y no constituyen una categoría principal de emisiones, por lo que no se cuantificaron. Además, para su estimación haría falta información sobre los sistemas agroforestales o mixtos existentes, gestión rotacional o no de los cultivos y tiempo desde su introducción y manejo. Suelos orgánicos no están reportados en el estado de Chiapas.

Las demás emisiones de GEI se estimaron para las diferentes actividades agrícolas como de CO, CH₄, N₂O y NO_x por la quema de los residuos agrícolas, las emisiones directas e indirectas de N₂O y de CH₄ por el cultivo de arroz.

Carbono existente en la biomasa

El carbono en la biomasa se estimó solamente para los cultivos perennes. Se supuso que el estado de Chiapas tiene diferentes zonas climáticas desde y templado hasta tropical seco a húmedo, por lo que se usó como coeficiente para la tasa de acumulación de biomasa un número intermedio, equivalente al del clima templado $T_{\text{acum}} = 2.1$. (Cuadro 5.1, Vol. 4, Directrices del IPCC, 2006).

Suponiendo que la producción de los cultivos perennes son frutas con alto a mediano contenido de humedad se usó factor de materia seca $F_{\text{MS}} = 0.4$. La ecuación utilizada para el cálculo de existencia de C en la biomasa fue la siguiente:

$$\text{BM (ton)} = (T_{\text{acum}} - (\text{Cosecha} * F_{\text{MS}} * F_c / \text{superficie})) * \text{superficie}.$$

Donde F_c es el Factor del contenido de carbono en la materia seca = 0.5.

Emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas

Como no se sabe en qué cantidad y con qué eficiencia se practica la quema de los residuos agrícolas en campo, se utilizó el valor para la fracción de quema sugerido por el último informe de IPCC (2006, Apéndice 4A.2) sobre buenas prácticas para los países en desarrollo ($Fr_{\text{quem}} = 10\%$ de los residuos), y no lo sugerido por el inventario nacional ($Fr_{\text{quem}} = 25\%$) (INE 2005). Para el único cultivo que hace referencia el inventario nacional es de caña, para lo que se usaron los factores propuestos (INE 2005). Para los cultivos reportados por IPCC se usaron los valores por defecto y para los cultivos no reportados los valores medios propuestos por IPCC (2006). Además, se hizo la suposición que residuos de cultivos como ajonjolí, algodón, arroz, cebolla, chile, col, melón, papa, sandía, y tomate rojo no se queman y se cuantificaron solo los cultivos de cacahuate, caña de azúcar, frijol, maíz, papa, sorgo, soya y trigo (Cuadro 2).

Emisiones de N₂O procedentes de suelos agrícolas

Las emisiones de N₂O y NO_x por el manejo de suelos se estimaron con base en los factores nacionales de manejo de residuos y de aplicación de fertilizantes. En las emisiones indirectas de N₂O y NO_x se cuantificaron tanto los fertilizantes como los residuos quemados de los cultivos.

Para el cálculo de las emisiones procedente de los fertilizantes nitrogenados sintéticos (F_{SN}), como no se obtuvieron datos para el estado de Chapas se hizo una estimación aproximada a partir del total de producción y fertilizantes a nivel nacional con relación a la producción en el estado de Chiapas. Para las emisiones procedentes de los fertilizantes orgánicos (F_{EA}) se usaron los datos de los diferentes tipos de animales bovinos, caprinos, equinos, etc. en total de cabezas por municipio.

Para estimar las emisiones de suelos agrícolas se calcularon por un lado las emisiones de N (en kg) procedentes de los cultivos fijadores de N (F_{NB}) y por otro lado el N emitido por los residuos de los cultivos que se quedan en campo (F_{RC}). Para los cálculos se usaron los factores de INE (2005) y IPCC (1996, 2006) (Cuadro 1). Para los cultivos que no se tuvo valores para la relación Residuo/Cultivo, como ajonjolí, calabaza, cebolla, chile, col, melón, sandía, tabaco y tomate se utilizó el nivel de análisis 1 o R/C=1.

Cultivo de arroz

Como el cultivo de arroz no es una actividad importante en el estado de Chiapas, para el análisis de las emisiones de GEI se usó el nivel 1. Se tomaron en cuenta las superficies cosechadas, como recomienda INE (2005), diferenciadas por régimen de riego / temporal. Para el cálculo de las emisiones se usaron los factores de IPCC por defecto, suponiendo que las tierras de temporal están expuestas a la sequía (FE=0.4) y las de riego son de régimen intermitente con aireación sencilla y no continua (FE=0.5). Como no se conoce la proporción aplicada de cada tipo de fertilizante (orgánico / sintético) se usó como factor de corrección el de IPCC por defecto, mismo que se usó en el inventario nacional (FE=20).

Cuadro 2. Estadísticas de cultivos para el cálculo de emisiones

Cultivo	Relación Res/Prod	Fracción de MS	Fracción de C	Relación N/C	Fracción de N
Arroz	1.40	0.85	0.4144	0.014	0.0067
Cacahuate	1.00	0.86	<i>0.4500</i>	<i>0.015</i>	0.0106
Caña de azúcar	0.16	0.83	0.4325	<i>0.004</i>	0.0040
Frijol	2.10	0.85	<i>0.4500</i>	<i>0.015</i>	<i>0.0300</i>
Maíz	1.00	0.78	0.4709	0.020	0.0081
Papa	0.40	0.45	0.4226	<i>0.015</i>	0.0110
Sorgo	1.40	0.91	<i>0.4500</i>	0.020	0.0108
Soya	2.10	0.86	<i>0.4500</i>	0.050	0.0230
Trigo	1.30	0.85	0.4853	0.012	0.0028
<i>Otro</i>	<i>1.00</i>	<i>0.80</i>	<i>0.4500</i>	<i>0.015</i>	<i>0.0150*</i>

* Si el cultivo es leguminoso $FrN = 0.03$

Nota: Para el cultivo de papa se usó la fracción de MS de IPCC (1996); letras en cursivas indica que son valores medios propuestos por IPCC (2006)

1.1.3.Resultados

Superficie y biomasa total de los cultivos agrícolas

La superficie reportada para los cultivos agrícolas en el estado de Chiapas presenta una pequeña disminución a través de los años. Asimismo, la biomasa de los cultivos perennes muestra una fuerte disminución. Comparando entre el período 1995-2004, donde se cree que contamos con datos más completos, el aumento de la superficie cultivada se debe principalmente al frijol, la palma africana, el café y el mango; mientras el mismo periodo disminuyó el cultivo de cacao. El maíz registró un auge hasta los años 1998-1999, que es la principal causa también para el pico de la figura 1 y después se reduce rápidamente.

Entre los años 2000-2007 se registró disminución en el stock de biomasa para los cultivos de café, cacao, marañón y naranja. Mientras, hubo aumento en el stock de BM para hule, mango, ciruela, durazno y disminución del stock negativo para el plátano. La palma de aceite presentó una general alza del stock de carbono hasta el año 2000 y desde el año 2002 empezó a bajar bruscamente hasta ahora, oscilando en valores negativos (Figura 2).

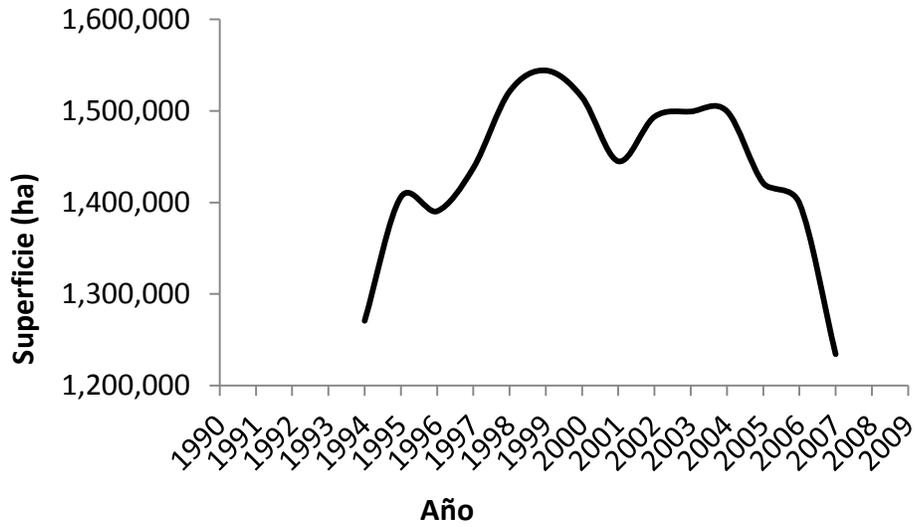


Figura 1. Superficie agrícola del estado de Chiapas, en ha (1994-2007)

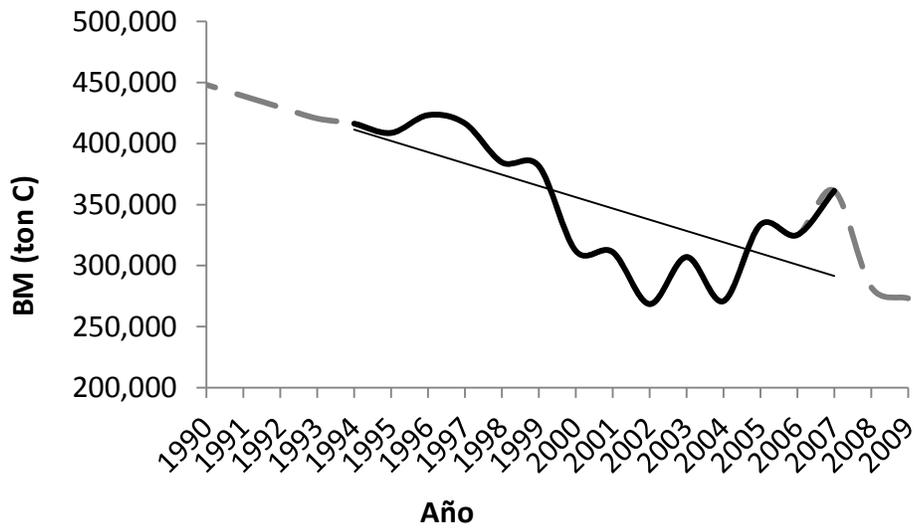


Figura 2. Biomasa (BM) de los cultivos perennes en ton de C (años 1990-2009)

Emisiones procedentes de la quema de sabanas

En México no se tiene registro de quemas en sabanas, porque dicha clasificación no se asigna a las comunidades vegetales a nivel nacional (INE 2005).

Emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas

En las zonas más secas de Chiapas (Valles Centrales y Costa) la quema de los residuos agrícolas no es una práctica importante, ya que la mayoría de los productores aprovecha los residuos agrícolas en la alimentación del ganado. Sin embargo, en las zonas tropicales húmedas de Chiapas es común quemar los residuos agrícolas de los cultivos anuales con el objeto de enriquecer el suelo para la siguiente siembra. Ésta práctica es una fuente de GEI como CO, CH₄, N₂O y NO_x.

Aunque, el análisis de los datos no muestra una tendencia estable, hay un ligero aumento de emisiones por quema de residuos agrícolas a través de los años. El cambio en la emisión de GEI entre los años 2000-2007 y la baja que se presenta entre los años 2003 a 2004 se debe probablemente al cambio del volumen de maíz producido (Figura 3).

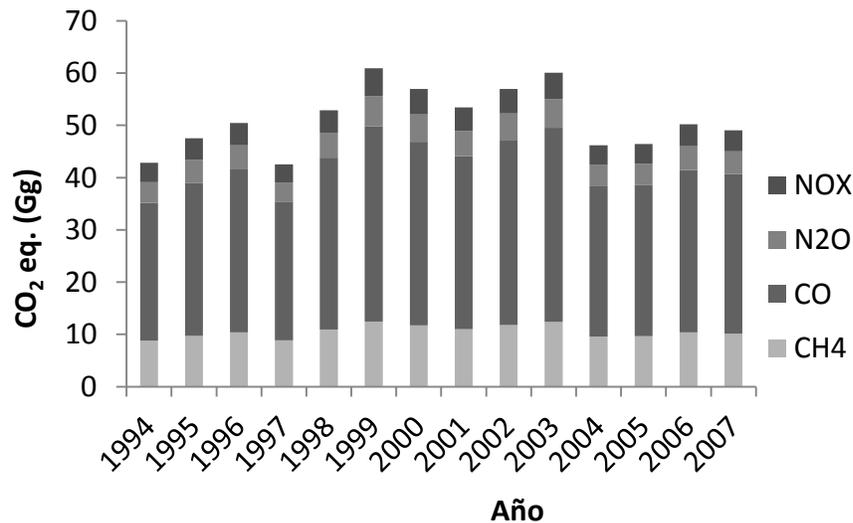


Figura 3. Emisiones de GEI por la quema de los residuos agrícolas en CO₂ equivalente

Emisiones de N₂O procedentes de suelos agrícolas

Las emisiones directas de N₂O (N₂ODIRECT) procedentes de los aportes de nitrógeno (N) a los suelos (excluidos los aportes de N de animales en praderas y pastizales) son resultado de varias actividades antropogénicas: a) uso de fertilizantes sintéticos (F_{SN}) y b) estiércol animal

(F_{EA}) (menos el N volatilizado que se incluye como parte de las emisiones indirectas en otro apartado), c) el cultivo de especies fijadoras de N (F_{NB}), d) la incorporación de residuos de las cosechas a los suelos (F_{RC}), y e) la mineralización del N del suelo debido al cultivo de suelos orgánicos (es decir, histosoles) (F_{SO}); aunque, no se informa existencia de estos en el estado de Chiapas. La aplicación de fertilizantes y los residuos de las cosechas dejados en campo tuvieron igual peso, seguidos por los cultivos fijadores de N, mostrando las emisiones directas en general tendencias a quedarse estables con fluctuaciones a través de los años (Figura 4).

Las emisiones indirectas de N_2O se estimaron por la volatilización y lixiviación de los fertilizantes aplicados ($N_2O_{INDIRECT}$), así como de los residuos quemados (N_2O_{INDQR}). Las emisiones de N_2O , tanto las directas que forman la mayor parte, como las indirectas muestran la tendencia de quedarse estables, con fluctuaciones hacia el máximo el año 1998-2000 y mínimas los años 1994-97 y 2005-07 (Figura 4).

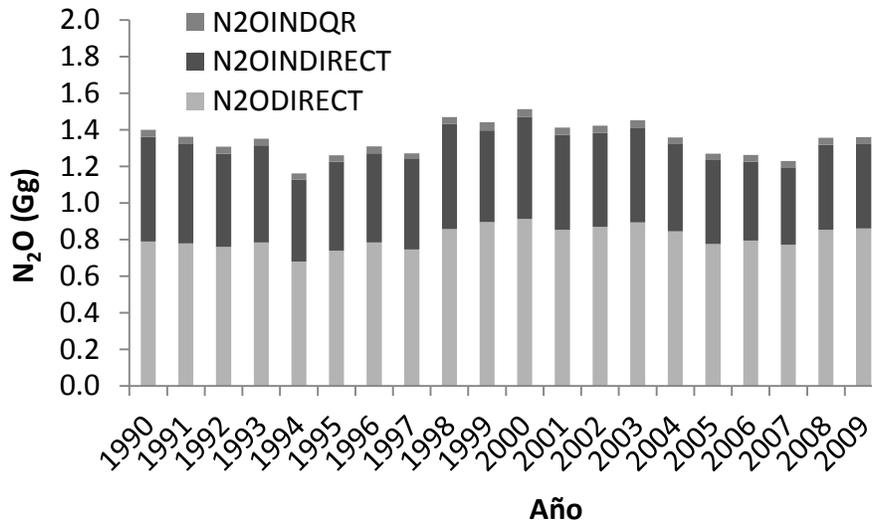


Figura 4. Emisiones de N_2O (Gg), directas ($N_2O_{INDIRECT}$), indirectas procedentes de los fertilizantes ($N_2O_{INDIRECT}$) y de los residuos agrícolas (N_2O_{INDQR})

Cultivo de arroz

Con el análisis se confirma que el cultivo de arroz no es una actividad importante en el estado de Chiapas. Las emisiones se reportan en Tg de CH₄, por distrito por año para los años 1994-2002 y por municipio por año para los años 2000-2004. Esta información se extrapoló en los años previos y subsecuentes para estimar el cambio en la actividad y en las emisiones a través de una serie de 20 años 1990 – 2009. Se observa que la superficie dedicada a este cultivo tiene la tendencia a desaparecer (Figura 5). Aparte de un auge en el año 2000 después disminuye, principalmente porque baja la superficie registrada para los municipios Acapetahua, Catazajá, Ocosingo, La Concordia, Juárez y Tecpatán. En 2010 se estima que el cultivo del arroz será impulsado sembrando tres mil hectáreas en los distritos de riego Cuxtepeques y San Gregorio Chamic, en donde se estima una producción de seis mil toneladas.

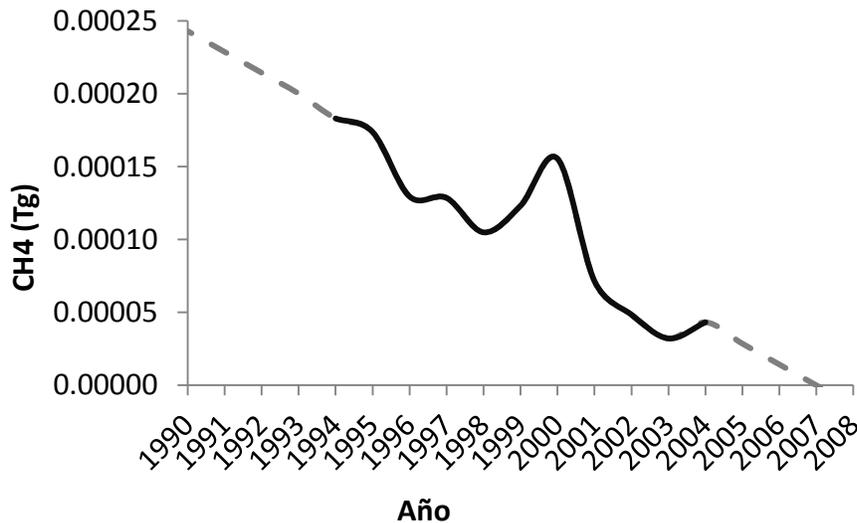


Figura 5. Emisiones de CH₄ (Tg/año) por el cultivo de arroz en el estado de Chiapas y sus tendencias para los años faltantes (línea intermitente)

1.1.4. Resumen de las emisiones de las actividades agrícolas

El total de las emisiones de los diferentes GEI en el estado de Chiapas por año, oscila entre 400 a 530 Gg de CO₂ equivalente, con fluctuaciones pero con una tendencia a quedarse

estable (Figura 6). La mayor parte de las emisiones procede del N₂O de los suelos agrícolas, o sea de los residuos de la cosecha incorporados en el suelo, pero principalmente de la aplicación de fertilizantes. El aumento entre los años 1998-2004 se debe a la superficie agrícola y el volumen cosechado; especialmente, el auge presentado entre los años 1998 y 2000 se debe al volumen de fertilizantes nitrogenados utilizados a escala nacional y su relación con el estado de Chiapas.

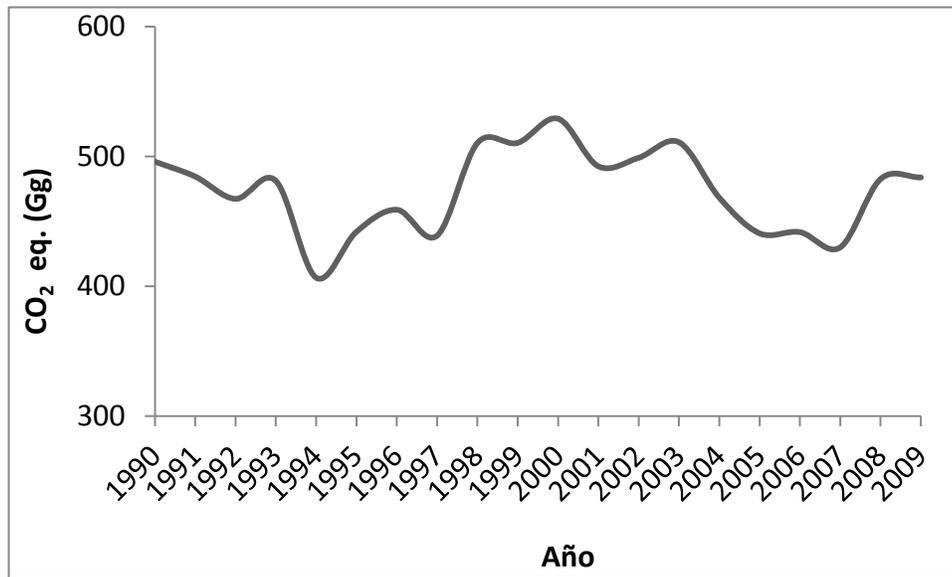


Figura 6. Emisiones de GEI (Agricultura) en CO₂ equivalente (Gg/año), en el estado de Chiapas

1.2.INVENTARIO DEL SUBSECTOR PECUARIO DE CHIAPAS



1.2.1 Fuentes de información

Para el cálculo de las emisiones de metano (CH_4) por fermentación entérica y por el estiércol, y de las emisiones de óxido nitroso (N_2O) provenientes de la producción animal se utilizó la metodología propuesta por el IPCC (2006). Esta metodología requiere de datos correspondientes a las poblaciones de los animales domésticos (bovinos de carne, bovinos de leche, porcinos, caprinos, ovinos, caballares, mular/asnal, y aves), los cuales fueron tomados de los inventarios realizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), delegación Chiapas.

Los datos de población animal correspondiente al periodo 1990-1999 se tomaron de los archivos del Centro de Estadísticas Agropecuarias, mientras que los datos de población del periodo 2000-2007 fueron tomados de los archivos de la Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

1.2.2. Metodología

La metodología se definió a través de los árboles de decisión propuestos por el IPCC (2006) y se utilizó el nivel 1. Los factores de emisión (FE) utilizados para el cálculo de las emisiones de CH₄ y N₂O fueron los que el IPCC propone por default, estos factores corresponden a la región Latinoamericana la cual está caracterizada por contar con sistemas de producción extensiva y con prácticas de manejo del sistema poco eficientes.

CH₄ por fermentación entérica

Para determinar las emisiones totales de metano por cada categoría de ganado, se multiplicó el factor de emisión por el número de animales que conforman la población. Los factores de emisión utilizados para calcular la cantidad de CH₄ emitido fueron los propuestos por default por el IPCC (2006) (Cuadro 3). Las emisiones totales de esta categoría equivalen a la suma de todas las categorías de ganado.

Cuadro 3. Factor de emisión utilizado para determinar las emisiones de CH₄ por fermentación entérica

Especie animal	Kg CH₄/cabeza/año
Bovinos de carne	49
Bovinos de leche	57
Ovejas	5
Cabras	5
Caballos	18
Mulas/Asnos	10
Cerdos	1

IPCC (2006)

Emisión de CH₄ por manejo de excretas

Para estimar las emisiones de metano procedentes del manejo del estiércol se multiplicó el factor de emisión por la población de ganado. Se asume que la mayor parte del estiércol se maneja como sólido en las pasturas. Los FE utilizados para la estimación de la emisión de metano producida por las excretas se presentan en el Cuadro 4, cada uno se determinó de acuerdo a la especie animal y a la temperatura promedio de las regiones socioeconómicas del estado de Chiapas; para los municipios de la región de los Altos y Sierra se tomaron los datos correspondientes a la temperatura templada.

Cuadro 4. Factor de emisión de acuerdo a la temperatura promedio anual, utilizado para determinar las emisiones de CH₄ por manejo de excretas

Especie animal	Clima Cálido	Clima templado
Bovinos de carne	1	1
Bovinos de leche	2	1
Cerdos	2	1
Ovinos	0.2	0.15
Caprinos	0.22	0.17
Caballares	2.19	1.64
Mulas/Burros	1.2	0.9

IPCC, 2006

Emisión de N₂O del manejo de excretas

Las emisiones de N₂O generadas por los sistema de producción animal en pasturas ocurren directamente e indirectamente en el suelo, y por lo tanto son reportadas bajo la categoría de “Emisiones de N₂O provenientes de suelos agrícolas”; el término “suelos manejados” hace referencia a todo tipo de suelo o tierra, incluyendo los bosques, al que se le aplica un manejo determinado. En la mayoría de los suelos, un incremento en la disponibilidad de N aumenta la tasa de nitrificación y desnitrificación, que a su vez conduce a la producción de N₂O.

Dentro de las fuentes directas de emisión de N₂O se encuentra la deposición del N proveniente de la orina y excretas de los animales depositados en la pastura; para determinar la cantidad anual de N emitido (kg N₂O-N-N yr⁻¹) se necesitó conocer la cantidad total del N proveniente del estiércol depositado en la pastura (F_{PRP}) y el factor de emisión (Cuadro 5).

Cuadro 5. Factor de emisión utilizado para determinar las emisiones directas de N₂O por el manejo de excretas

Factor de emisión	Kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
EF _{3PRP, CPP}	0.02
EF _{3PRP, SO}	0.01

EF_{3PRP, CPP} para ganado bovino de carne, leche, aves y cerdos EF_{3PRP, SO} para ovinos y otras especies, IPCC (2006).

Para determinar el F_{PRP} fue necesario determinar el promedio anual de excreción de N/cabeza de cada especie ($N_{ext(T)}$) y la fracción total anual de excreción de N para la población de cada especie de animal doméstico ($MS_{(T,PRP)}$). Los datos utilizados para calcular el $NEXT_{(T)}$ se presentan en el Cuadro Gan 4; para determinar la $MS_{(T,PRP)}$ se tomaron en cuenta los datos por default que da el IPCC en cuanto el tipo de sistema de manejo de excretas, quedando como se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Datos utilizados para determinar $N_{ext(T)}$ y $MS_{(T,PRP)}$

Espece animal	Tasa de excreción de nitrógeno (kg N/animal/día)	Mass	$MS_{(T,S)}$
Bovino de leche	0.48	400	36.00%
Bovino de carne	0.36	305	99.00%
Porcino	1.64	28	40.00%
Aves	0.82	No reportado	En el caso de estos animales, el $MS_{(T,S)}$ se determinó de acuerdo a la temperatura quedando: a)1.5% para climas templados, y b) 2% para climas cálidos
Borregos	1.17	28	
Cabras	1.37	30	
Caballos	0.46	238	
Mulas/Burros	0.46	130	

(IPCC, 2006)

1.2.3.Resultados

Población total de animales domésticos

La dinámica de la población de animales domésticos reportados para el estado de Chiapas es fluctuante, presentó una disminución durante la década de los 90's, principalmente en el periodo de 1994 – 1997. Esta se incrementó a partir del año 2000. A partir de este año se observa una tendencia al aumento del número de cabezas. La población de bovinos productores de carne contó con la mayor cantidad de animales, seguida de la población de ganado porcino y bovinos productores de leche (Figura 7).

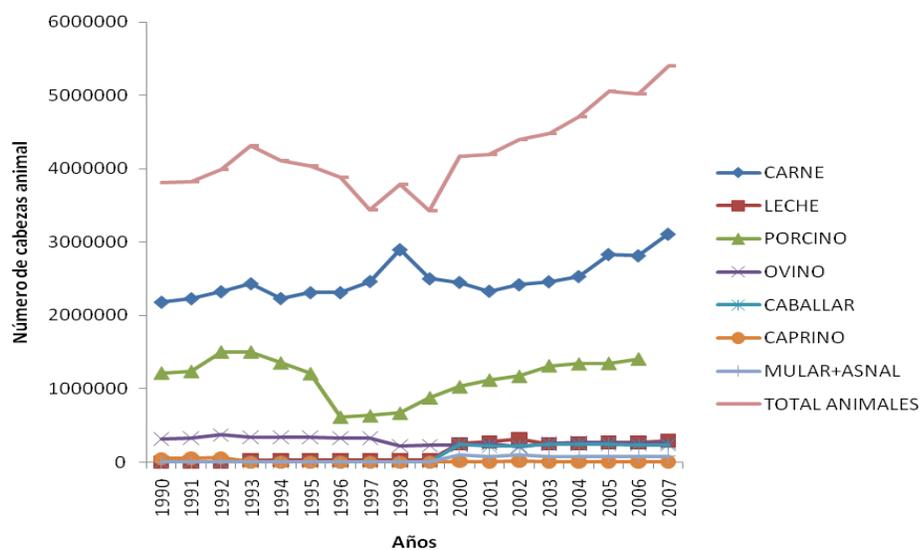


Figura 7. Dinámica de la población de animales domésticos en Chiapas (1990 – 2007)

Emissiones de metano (CH₄) de la fermentación entérica

Al igual que el tamaño de la población animal domestica, las emisiones totales de metano a nivel estatal tienen un constante crecimiento. (Figura Gan 2). La población de bovinos de carne emitió la mayor cantidad de metano, seguido por la población de bovinos de leche, reflejando así la relación entre el tamaño de la población animal y la cantidad de metano emitido. Las emisiones de CH₄ por parte de la población de bovinos de leche aumentaron de manera notable a partir del año 2000 (Figura 8).

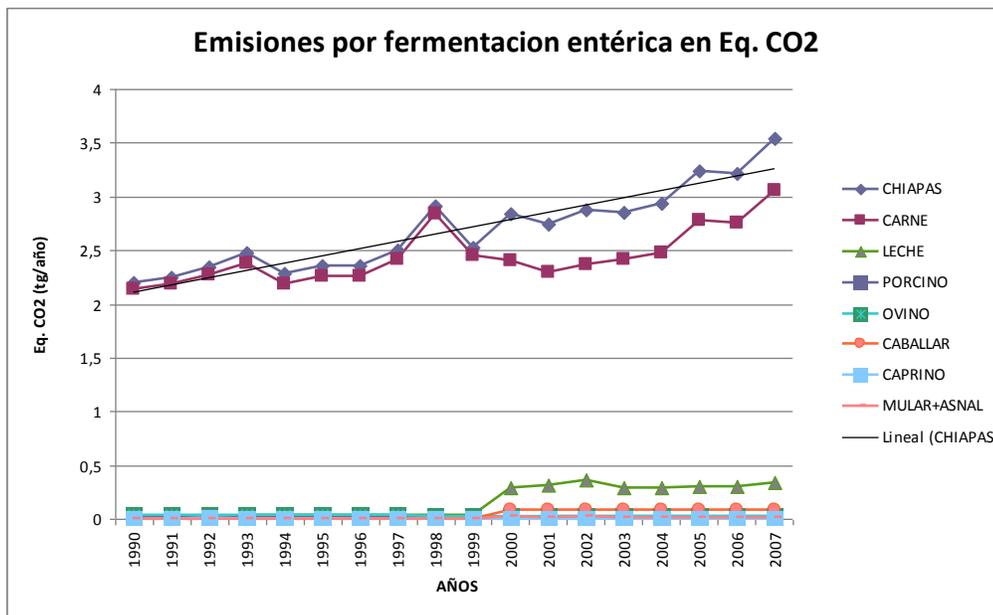


Figura 8. Emisiones de metano (CO₂ eq) por fermentación entérica, Chiapas (1990 - 2007)

Emisiones de metano (CH₄) del manejo del excretas

Las emisiones de CH₄ por el manejo de estiércol se incrementaron a partir del año 2000 y presentan una tendencia al aumento. Las poblaciones de bovinos productores de carne son las que emiten la mayor cantidad de metano por el manejo de estiércol, seguidos de las poblaciones de bovinos productores de leche y de porcinos (Figura 9).

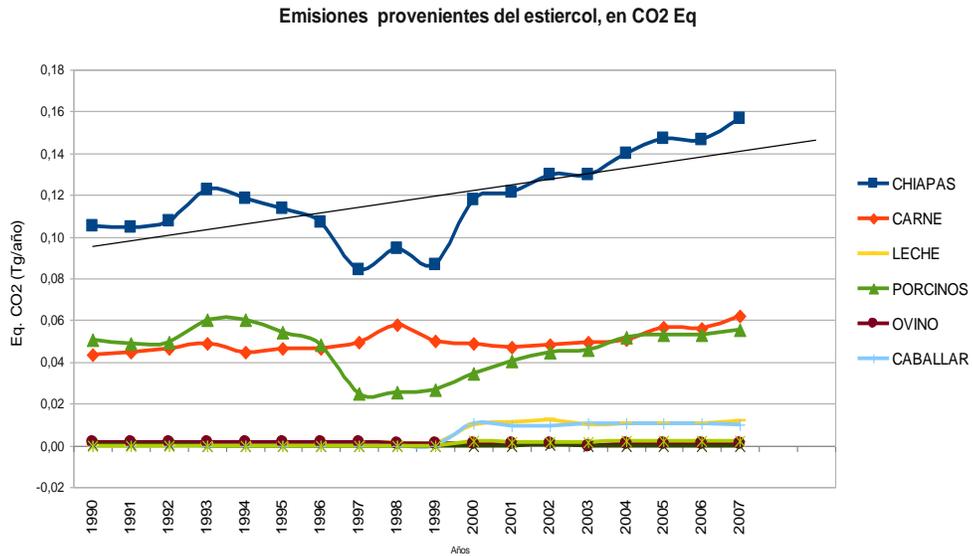


Figura 9. Emisiones de metano (Co2 e) provenientes del manejo de excretas, Chiapas (1990 – 2007)

Emisiones de oxido nitroso (N₂O) del manejo de excretas

Las emisiones directas de N₂O totales provenientes de las excretas tienden a incrementarse a través de los años, siendo la población de bovinos productores de carne y la de porcinos las poblaciones que emiten la mayor cantidad de Kg N₂O. Las emisiones por parte de la población de bovinos productores de carne presentaron un incremento a partir del año 2000 (Figura 10).

Emisiones de N2O por manejo de excretas (Eq de CO2)

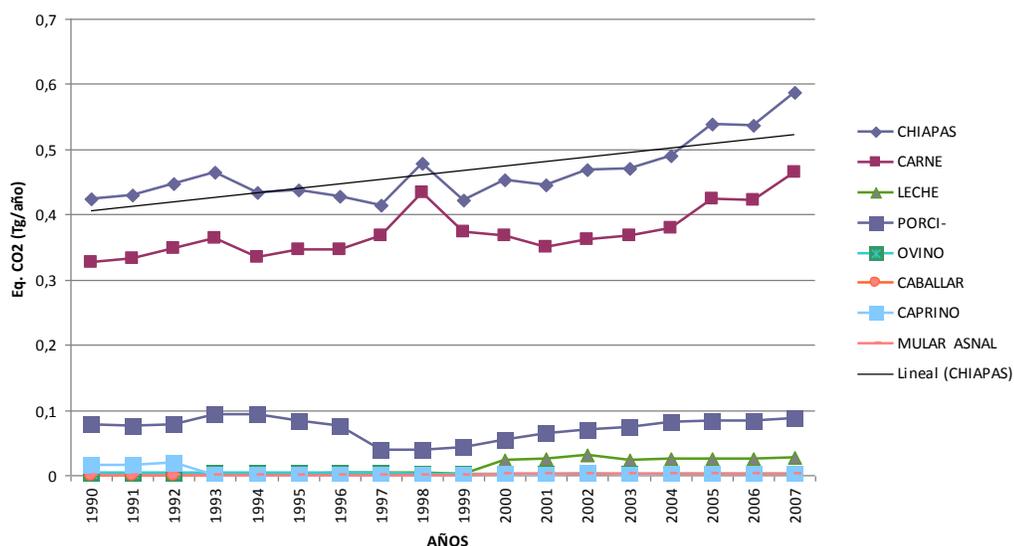


Figura 10. Emisiones de óxido nitroso (Co2 e) provenientes del manejo de excretas

1.2.4.Resultado de Emisiones de GEI en Chiapas

En el periodo analizado (1990 – 2009) el total de las emisiones del sector agrícola creció constantemente, mostrando en 2007 un nivel de 4.7 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (MTm Co 2e). En el periodo analizado la principal fuente emisora fue la fermentación entérica, debido a la importante población de ganado bovino de carne. Por ejemplo en 2007, la fermentación enterita por si sola constituyó más del 75 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, siguiendo en importancia las emisiones de los suelos agrícolas (Cuadros 7-10).

Cuadro 7. Emisiones de GEI derivadas del sector agrícola y pecuario en Chiapas 1990 - 2009 (Tg CO₂ e)

AÑO	Subtotal AGRIC	Subtotal GANAD	TOTAL
1990	.49	2.72	3.21
1991	.48	2.77	3.25

1992	.46	2.90	3.36
1993	.48	3.06	3.54
1994	.40	2.83	3.23
1995	.44	2.90	3.34
1996	.45	2.69	3.14
1997	.43	2.99	3.42
1998	.51	3.48	3.99
1999	.51	3.02	3.53
2000	.52	3.41	3.93
2001	.49	3.31	3.80
2002	.49	3.47	3.96
2003	.51	3.44	3.95
2004	.46	3.56	4.02
2005	.44	3.92	4.36
2006	.44	3.90	4.34
2007	.42	4.28	4.7
2008	.48	ND	-
2009	.48	ND	-

ND = No disponible
/1000

Tg CO2 Equiv = Gg de gas * PCG

Cuadro 8. Resumen de las emisiones del subsector agrícola

	Quema CO ₂ eq. (Gg)	N ₂ O CO ₂ (Gg)	eq. Arroz CH ₄ (Gg)	CO ₂ eq. (Gg)
2009	62,26	421,590538	0	483,850538
2008	61,99	420,641765	0	482,631765
2007	49,0685776	380,903548	0	429,972125
2006	50,1938459	391,225382	0,2982	441,717428
2005	46,4379506	393,708592	0,5985	440,745043
2004	46,2048812	421,141542	0,9072	468,253623
2003	60,0871761	450,186475	0,67368	510,947331
2002	56,9851815	440,986952	1,0164	498,988533
2001	53,416687	437,496447	1,49982	492,412954
2000	56,9609646	468,852958	3,26466	529,078582
1999	60,9426326	446,950586	2,58468	510,477899
1998	52,8853798	455,273735	2,202816	510,36193
1997	42,5161062	393,787389	2,69892	439,002415
1996	50,4667977	405,791186	2,71908	458,977064
1995	47,5213608	390,855819	3,64896	442,02614

	Quema CO₂ eq. (Gg)	N₂O CO₂ (Gg)	eq. Arroz CH₄ (Gg)	CO₂ eq. (Gg)
1994	42,8146514	359,910424	3,84384	406,568915
1993	57,94	419,079934	4,2021	481,222034
1992	57,67	405,139816	4,5024	467,312216
1991	57,4	422,324554	4,8027	484,527254
1990	57,13	433,767996	5,103	496,000996

**Cuadro 9. Resumen de las emisiones del subsector ganadero en el estado de Chiapas
(1990 – 2009)
(Gg/año)**

AÑO	CH₄ Ferm. Ent. Gg/año	CH₄ Excretas Gg/año	Total CH₄ Gg/año	N₂O Direct Gg/año
1990	109,93	4,77	114,7	1,42
1991	112,32	4,74	117,06	1,44
1992	117,28	4,89	122,17	1,51
1993	124,01	5,56	129,57	1,56
1994	114,12	5,36	119,48	1,46
1995	117,99	5,14	123,13	1,47
1996	117,87	4,85	122,72	1,44
1997	124,79	3,82	128,61	1,39
1998	145,71	4,28	149,99	1,61
1999	126,06	3,94	130,00	1,42
2000	142,01	5,35	147,36	1,52
2001	137,41	5,51	142,92	1,50
2002	143,89	5,88	149,77	1,58
2003	142,51	5,88	148,39	1,58
2004	146,67	6,35	153,02	1,65
2005	162,09	6,68	168,77	1,81
2006	160,94	6,66	167,6	1,81
2007	177,05	7,13	184,18	1,98

Cuadro 10. Total de las emisiones del subsector ganadero, Chiapas (1990 – 2007)
Tg C eq

AÑO	CH₄ Ferm. Ent. Tg C eq	CH₄ Excretas Tg C eq	N₂O Tg C eq	Total Tg Ceq
1990	2,1986817	0,105149806	0,423182453	2.72
1991	2,2464466	0,104353324	0,428753671	2.77
1992	2,3456179	0,107614553	0,447606482	2.90
1993	2,4803057	0,122486628	0,464022424	3.06
1994	2,2825525	0,11804727	0,433860784	2.83
1995	2,3599973	0,113257734	0,436570854	2.90
1996	2,3574253	0,10690119	0,42753489	2.69
1997	2,4959723	0,084141178	0,413366576	2.99
1998	2,914366	0,094173112	0,478682856	3.48
1999	2,52126668	0,086835166	0,421088674	3.02
2000	2,8403895	0,117846943	0,452427368	3.41
2001	2,74838978	0,12124194	0,445429295	3.31
2002	2,87790836	0,129470039	0,469481734	3.47
2003	2,85027004	0,129436569	0,470159373	3.44
2004	2,93341358	0,139735799	0,490636496	3.56
2005	3,24188274	0,14708265	0,538270924	3.92
2006	3,21899296	0,146579676	0,535992546	3.90
2007	3,54117862	0,15691006	0,586769912	4.28

1.2.5. Incertidumbres principales

A fin de reducir la incertidumbre relacionada con las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de los procesos de fermentación entérica, se recomienda desarrollar una clasificación optimizada de la población ganadera, considerando las zonas agrícolas ó económicas de Chiapas.

En Chiapas, existe una falta de solidez en el censo agrícola y ganadero, especialmente existen vacíos de información en varias regiones del estado. Los datos de población ganadera deberían tener precisión en el desglose por etapas fisiológicas. La categoría de bovinos de carne y de leche categoría podría desglosarse por subcategorías (Ej. becerros, toros, etc.) y por número de cabezas de ganado en pastizales en comparación con el número de cabezas en

corrales de engorda. Luego se podrían aplicar factores de emisión específicos para cada una de las subcategorías y desarrollarlas por regiones. Este aspecto permitirá comparar la dinámica de emisiones. Como mínimo se necesita la siguiente información (región/municipio) para desarrollar factores de emisión específicos para cada subcategoría de ganado: 1) estimación sobre la ingesta de alimento, por región 2) peso promedio de los animales, 3) índice de actividad animal, 4) condiciones de alimentación, y 5) condiciones medias climáticas.

Las emisiones procedentes de la aplicación de fertilizante a terrenos agrícolas se calcularon a partir de un índice promedio de aplicación de fertilizante (kilogramos de fertilizante por hectárea) y el total de tierras de cultivo fertilizadas en Chiapas. La aplicación de fertilizantes varía de un sistema agrícola a otro, por lo que se recomienda que las aportaciones de nitrógeno se segreguen por tipo de sistema/cultivo y de fertilizante (incluyendo distintos fertilizantes comerciales y orgánicos, como el estiércol). Esta información, combinada con la superficie fertilizada por sistema/cultivo, ayudará a disminuir la incertidumbre. La fluctuación de los valores en el comportamiento de las emisiones podría ser indicativa de la mala calidad de los datos.

2. ESTRATEGIAS SILVOPASTORILES PARA LA MITIGACIÓN-ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR GANADERO DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO

Antecedentes

Conservación Internacional México (CI) con el apoyo de del Gobierno Británico-Embajada Británica en México (UK), con el Gobierno del Estado de Chiapas (Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda (SEMAVI)), instituciones de investigación (ECOSUR-COLPOS) y diversas organizaciones sociales de Chiapas, están desarrollando el “PROGRAMA DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE CHIAPAS”, con el objetivo de contribuir en la reducción de los impactos negativos provocados por el cambio climático y proponer las medidas adecuadas de mitigación y adaptación.

Uno de los principales objetivos a lograr del Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, es buscar alternativas para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Con las herramientas y productos resultantes, se busca tener las bases científicas para contribuir y apoyar de manera conjunta el desarrollo sustentable en el estado y definir estrategias de mitigación-adaptación principalmente en el sector agropecuario y forestal.

Objetivo

Identificar estrategias de mitigación-adaptación al cambio climático en el sector ganadero (ganadería bovina), desde una perspectiva agroforestal, para las diversas regiones de importancia económica del estado de Chiapas.

Metodología

1. Revisión de información técnica especializada en torno a
 - a) estrategias de adaptación y cambio climático
 - b) Tecnológicas agroforestales para mitigar y adaptar el sector ganadero al cambio climático.
2. Consulta de expertos en la temática. Los datos sobre las características de las regiones económicas, fisiográficas y agrícolas fueron tomadas de la literatura existente; la información sobre la zonificación ecológica y el potencial ganadero fueron tomadas

del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (2005). La información sobre el uso de especies forestales y agroforestales con potencial para zonas ganaderas, se basó en un Taller de Consulta de Expertos con investigadores y técnicos del ECOSUR-INIFAP-UNACH-PROGAN.

2.1.Introducción

La presencia de árboles en sistemas ganaderos es una práctica que en los últimos años ha tomado importancia. De las estrategias desarrolladas para orientar la ganadería hacia sistemas más robustos y saludables y enfrentar el reto del cambio climático, la agroforestería ha contribuido con importantes experiencias, que muestran las bondades ambientales, sociales y económicas de esta disciplina. En las últimas décadas, la agroforestería ha sido promovida ampliamente en las áreas tropicales, como una estrategia para el manejo de los recursos naturales, permitiendo aliviar la pobreza y contribuir en la conservación de recursos locales, suelo, agua y biodiversidad.

La Agroforestería, es una disciplina que permite el uso sustentable de la tierra y que promueve el manejo integral de árboles, cultivos y/o animales, incorporando el conocimiento tradicional de los productores y los avances de la ciencia. Bajo este enfoque, la agroforestería pecuaria es una posibilidad para todo tipo de productor ganadero. Esta es una opción que incorpora la presencia de leñosas perennes (árboles y arbustos) e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral.

La agroforestería pecuaria puede hacer que los sistemas convencionales de producción animal, mejoren sus rendimientos de carne y/o leche y además diversifican las áreas de pastoreo con productos como madera, leña, frutas y miel. Asimismo, la inclusión de árboles y/o arbustos en sistemas pecuarios proporciona una variedad de servicios ambientales.

Estos incluyen la prevención de la erosión, conservación de agua, provisión de hábitat y corredores para la vida silvestre, amortiguamiento del impacto de otras actividades

sobre los bosques, y reducción de gases de efecto invernadero (principalmente carbono y metano) para disminuir el efecto del calentamiento de la tierra. Muchos de estos servicios aumentan directamente o indirectamente la productividad de la parcela. Además, existen mercados cada vez mayores para la compraventa de este tipo de servicios. En el ámbito del ordenamiento territorial, la agroforestería pecuaria puede contribuir a hacer más eficientes y diversificadas las áreas de pastoreo y liberar terreno para que áreas ganaderas no productivas o degradadas sean dedicadas a actividades agroforestales o como áreas para la conservación. En el estado de Chiapas, al igual que en la mayoría de los países de América Latina, la ganadería bovina y ovina, se basa principalmente en el pastoreo de gramíneas en sistemas extensivos. Sin embargo, la presencia y manejo de árboles en sistemas ganaderos, es una práctica común en diversas áreas agroecológicas y reconocidas por diversos grupos de productores.

2.2.Prácticas silvopastoriles para la mitigación/adaptación al cambio climático en la ganadería

El sureste de México es una de las regiones más propensas a sufrir los efectos adversos del cambio climático (CC), de ahí que se hace necesario crear medidas que permitan la adaptación de los sistemas agropecuarios a los efectos del CC. Esta adaptación depende de la capacidad de los sistemas para reducir su vulnerabilidad, es decir, el grado al que un sistema es susceptible de soportar efectos adversos al CC (Pérez et al., 2009).

Para iniciar el proceso de adaptación es necesario generar capacidad adaptativa, o sea, habilidad para ajustar un sistema al CC, su variabilidad y sus extremos, con el fin de aminorar potenciales impactos negativos y/o para sacar ventaja de los aspectos positivos. Sin embargo, la capacidad adaptativa está en función de la riqueza, las características de la población, incluyendo su estructura demográfica, educación, salud, arreglos institucionales, acceso a tecnologías y la equidad (Pérez et al., 2009). Las medidas de adaptación tienen que ver con una planificación adecuada de las siembras y usos de la tierra, prácticas de cultivo e inclusive con acuerdos de programación de las mismas.

En Chiapas la ganadería ocupa cerca de un tercio de la superficie productiva estatal, y es una de las actividades con más dinamismo en las últimas décadas. Sin embargo la falta de inversión y la escasa tecnología utilizada ha impuesto modalidades técnicas que propician la sobreexplotación de los escasos recursos disponibles que generan pobres niveles de productividad, muy poco valor agregado y no dejan beneficios claros a los productores y a la entidad. La ganadería, en especial la cría de bovinos es una de las actividades más importantes en el proceso de la deforestación en el país.

La ganadería bovina en Chiapas, es una actividad que se basa históricamente en un modelo extensivo con un fuerte impacto ecológico. Su crecimiento y rentabilidad se han basado en el uso extensivo del área de pastoreo. El Programa de Ordenamiento Territorial de Chiapas (2005) reportó que de las 84,739 unidades de producción rural de bovinos, 74,997 son consideradas como unidades ganaderas extensivas, 6,934 son de tipo semiestabuladas, y 4,529 son intensivas, donde la calidad de los pastizales y especies o variedades utilizadas, no son los adecuados, y las ganancias se originan de la renta de la tierra más que de la productividad. Esta situación hace necesaria la planeación de estrategias de adaptación para el sector ganadero que contribuyan a la seguridad alimentaria, al aumento de la productividad de los ranchos o ejidos e incremento del ingreso económico familiar.

Dentro de los sistemas ganaderos los elementos eje sobre los cuales deberían enfocarse las prácticas de adaptación al cambio climático son: el suelo, el agua, la utilización del recurso forrajero y la productividad animal. Los SSP son una opción de producción pecuaria donde las leñosas perennes interactúan, bajo un sistema de manejo integral con las herbáceas (gramíneas y/o leguminosas) y animales para maximizar los beneficios económicos, sociales y ecológicos. En el cuadro 11 se presentan los beneficios de los SSP

Cuadro 11. Beneficios socio-económicos y ecológicos de los sistemas silvopastoriles

ECONÓMICOS	SOCIALES	ECOLÓGICOS
- Aumentan la producción debido a la sombra generada para el ganado - Son fuente de recursos forrajeros para el ganado	-Garantizan la seguridad alimentaria - Mejoran la calidad de vida - Cuentan con mayor sentido de pertenencia de la familia a la	- Protegen el suelo - Permiten el reciclaje de nutrientes - Desarrollan una restauración ecológica de pasturas degradadas

- | | | |
|--|--|---|
| - Reducen la dependencia y gastos de insumos externos | comunidad o propiedad | - Protegen las fuentes de agua |
| - Permiten mayor estabilidad de la producción | - Reducen la venta de propiedades y/o parcelas | - Permiten el secuestro de carbono |
| - Diversifican los ingresos en las comunidades y/o ejidos ganaderos | - Reducen la migración a centros urbanos | - Reducen la tala de bosques |
| - Incrementan la productividad y la rentabilidad de las unidades ganaderas | - Aumentan la oferta de empleo rural | - Facilitan la conservación de la biodiversidad |
| | | - Muestran belleza escénica |
| | | - Permiten una mayor estabilidad ante el cambio climático |

Villanueva et al., (2010)

Estudios actuales en diversas zonas de Chiapas, muestran que la población tseltal, tsotsil, chol y mestizos, tiene un conocimiento local entorno al uso y manejo del recurso arbóreo forrajero. Se han identificado sistemas complejos de producción animal, en donde los campesinos aprovechan y manejan de forma integral la agricultura de cultivos básicos (maíz-fríjol), el manejo forestal y la producción animal. Diversos estudios muestran que Chiapas es un estado de gran diversidad vegetal y animal y que más de 100 especies de árboles y arbustos son manejados en sistemas ganaderos por estos grupos campesinos e indígenas. (Jiménez *et al.*, 2007). Las especies leñosas forrajeras más utilizadas son en general de usos múltiples (forraje, abono verde, sombra, cercos, rompevientos comida, leña, madera, etc.). Muchas de las especies arbóreas forrajeras son leguminosas fijadoras de nitrógeno, su follaje tiene alto valor nutritivo y son un recurso local de fácil acceso a los productores, como el guash (*Leucaena leucocephala*), cocoite (*Gliricidia sepium*), madre cacao o ukum. (*Erythrina* sp) y el caulote (*Guazuma ulmifolia*) entre otros.

En el estado de Chiapas podemos identificar diversas prácticas agroforestales en sistemas ganaderos, que pueden contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático.

2.2.1. Árboles dispersos en potrero.

Esta práctica es muy común entre los productores de ganado. Consiste en dejar crecer de forma dispersa árboles o arbustos en áreas de pastoreo, lo cual les proporciona diversos servicios y productos como madera, frutales, sombra a los animales y refugio para la fauna. Algunas especies tienen alta capacidad de sobrevivencia al fuego y son una fuente importante de madera en las familias campesinas. Por ejemplo, en la región de la Selva Lacandona (Frontera Corozal, Chiapas) es muy común el manejo de diversas especies de palmas o de

especies maderables como el “popiste” en las áreas de pastoreo, con el objetivo de proveerse de hojas y madera para la construcción de casas, además de tener muy buen precio en el mercado local

2.2.2. Cercos vivos

Los cercos vivos en Chiapas son una antigua practica agroforestal tradicional que provee de un amplio rango de servicios (sombra, delimitación de potreros, áreas agrícolas y solares) y productos (madera, leña, forraje, frutos). Actualmente se ha reconocido que las cercas vivas contribuyen con la conservación de la fauna ya que son un elemento de importancia en la “conectividad” de los paisajes ganaderos y agrícolas. Un manejo de baja intensidad puede transformar a los cercos vivos en pequeños corredores biológicos que contribuyen con múltiples servicios ambientales y de conservación. Algunas especies de importancia en Chiapas son: mata ratón, cocoité o shan´té¹ (*Gliricidia sepium*), ñanguipo (*Cordia dentata*), pito, motè ó uku´m¹ (*Erithrina* sp), guaje ó guash (*Leucaena Leucocephala*), ramón ó osh (*Brosimum alicastrum*), jocote (*Spondia* sp.), palo mulato (*Bursera simaruba*), cedro (*Cedrela odorata*), maculis (*Tabebuia rosea*), palo tinto (*Haematoxylon* sp), guacimo o “tapaculo” (*Guazuma ulmifolia*), jobo (*Spondias mombin*), Cuajilote (*Parmentiera* sp).

Agrosilvopastoreo y manejo del Acahual.

En muchas regiones de Chiapas, los campesinos hacen uso de las áreas en descanso (barbecho ó acahual) aprovechando la regeneración natural de los árboles y arbustos y pastoreando sus animales en agostaderos forestales en épocas críticas. Tanto los acahuales como los agostaderos forestales, son áreas estratégicas para la sobrevivencia del hato ganadero en las épocas de sequía. En algunas zonas de montaña, como en el norte de Chiapas o en la zona de Trinitaria, frontera con Guatemala, los productores de ganado utilizan el acahual, como una área de transición entre la época de lluvias y la época seca, para ayudar al mantenimiento de sus hatos ganaderos, aprovechando residuos de cultivos agrícolas, zacates y la vegetación y frutos del acahual. Esta práctica también tiene la función de ayudar a controlar el fuego, mediante el aprovechamiento de los pastos en áreas de agostadero

¹ Nombre Tzotzil (Simojovel, Huitiupán, El Bosque, Chiapas)

forestal. Entre las especies arbóreas manejadas en estos sistemas destacan el a´kit (*Guazuma ulmifolia*), Timbre (*Acacia angustissima*), Espino (*Acacia pennatula*), Huizache (*Prosopis*, sp), No´k (*Cordia alliodora*) y guash (*Leucaena leucocephala*),

2.2.3. Pastoreo en plantaciones y huertos.

El pastoreo de ovinos y/o bovinos en plantaciones forestales y huertos frutícolas es una práctica extendida para el aprovechamiento del forraje de piso, residuos agrícolas y control de malezas. En las áreas bajas de Chiapas (Selva Lacandona y Costa de Chiapas) es frecuente el pastoreo de ganado bovino y ovinos “Pelibuey” en plantaciones de palma africana, cocoteros (*Cocos nucifera*), hule (*Hevea brasiliensis*) y en huertos de frutales como mango, naranja y plátano. En zonas de transición (1000 – 15000 msnm), como en los municipios de Simojovel, Jitotol, El Bosque, pequeños productores cafetaleros crían borregos “pelibuey” en sus cafetales de sombra para mantener el control de malezas, y en las zonas altas (> 2000 msnm), productores mestizos y tzotziles de los municipios de San Cristóbal de las Casas, Zinacantán y San Juan Chamula hacen uso de hatos borregueros de lana (raza Chiapas) para aprovechar residuos agrícolas de cultivos intercalados en huertos frutales de manzana, durazno y ciruela.

2.2.4. Pastos en callejones de árboles.

En este sistema los árboles son sembrados en franjas paralelas entre pastos de corte o pastoreo con el objeto de mejorar la fertilidad de los pastos, prevenir la erosión y reducir el pisoteo de los animales. Especies muy utilizadas son los árboles fijadores de nitrógeno como el cocoite, el guash y otras como la morera (*Morus* spp.)

Cortinas y barreras contra el viento. Son franjas simples o densas (doble fila) que permiten contrarrestar el efecto negativo de los vientos sobre los pastos, cultivos agrícolas (maíz, frijol) y animales. En diversas áreas de Chiapas se utilizan muchos árboles nativos para este fin. Por ejemplo, en la zona Fronteriza de Chiapas, en los municipios de Comitán y Trinitaria, se utilizan cortinas de Timbre (*Acacia angustissima*), Quebracho (*Acacia farnesiana*), Espino (*Acacia pennatula*), lo que permite la protección de áreas agrícolas de

maíz, frutales y ganado. En los altos de Chiapas, hay presencia de vientos y heladas en los meses invernales, por lo que se siembran el Pino, Chopo (*Populus* sp) y el Noc`k (*Alnus acuminata*), entre otros.

2.2.5. Bancos de proteína y/o energía.

Es el cultivo de una o varias plantas forrajeras arbustivas a altas densidades y en áreas medianas o pequeñas. El objetivo principal es proveer de forraje de alta calidad (contenido alto de proteína y buena digestibilidad) y bastante oferta de materia seca. Los bancos de proteína son una excelente estrategia para intensificar los sistemas de carne y leche y liberar tierra para otros fines agroforestales. Pueden sembrarse con cocoite, akit, guash, morera ó margarita (*Thitonia diversifolia*). Los bancos de energía son una modalidad de los sistemas de corte y acarreo con plantas muy eficientes en la producción de azúcares, almidones o aceites útiles en la alimentación animal. Puede utilizarse la caña de azúcar o la yuca. En regiones ganaderas como Palenque, Valle del Tulija y Villa Flores, se acostumbra sembrar hileras árboles de “Cuajilote” *Parmentiera* sp y aprovechar los frutos como suplemento energético para el ganado bovino.

Los árboles en los sistemas ganaderos ofrecen una diversidad de usos y servicios a la población campesina Sin embargo, hace falta prestar más atención a este recurso para el diseño y manejo de sistemas silvopastoriles desde un enfoque holístico, con el fin de mejorar la producción de alimentos básicos, conservar los recursos naturales y permitir la creación de empleos.

2.2.6. Conservación de agua y suelos

La conversión de bosques a praderas ganaderas ha alterado dramáticamente el ciclo hídrico con efectos adversos en su interacción suelo-planta y sus propiedades fisicoquímicas. Aunado a esto, el incremento de las tormentas o lluvias ha generado un aumento de la escorrentía superficial produciendo un mayor impacto en paisajes fragmentados, deforestados y con poca cobertura arbórea.

El incremento en la erosión de los suelos a causa de una mayor arrastre de sedimentos (lixiviación) produce la disminución de la capacidad productiva de las tierras y un mayor asolvamiento en ríos lagos, lagunas, océanos, embalses y represas (Gamboa et al., 2009). Además, durante la época de lluvias, en zonas de trópico húmedo y seco, la situación es crítica por la ocurrencia de lluvias continuas en periodos largos de tiempo que saturan los suelos, fenómeno que tiende a repetirse con mayor intensidad como parte del cambio climático (Villanueva et al., 2009).

Los nuevos eventos de sequía y/o la permanencia incidirán en la disminución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las zonas ya vulnerables en la región. Se incrementará la vulnerabilidad de las comunidades rurales más pobres y de los pequeños productores (Pérez et al., 2009). Las estrategias para la conservación de suelo y agua (CSA) de mayor impacto en trópico húmedo y seco se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Prácticas silvopastoriles para la conservación de suelo/agua (CSA) y sus beneficios ecológicos

Estrategia	Beneficios
Uso de leñosas como barreras vivas	<ul style="list-style-type: none"> Reducen la escorrentía y mejoran el suelo al incrementar la infiltración y retención de agua Mejora la humedad en la capa superior del suelo Disminuye la erosión eólica
Arborización de potreros	<ul style="list-style-type: none"> Reduce el impacto de gotas de lluvia Pasturas arboladas y con buena cobertura son eficientes en la captación de agua de lluvia, incrementan la infiltración Reducen el estrés hídrico en los forrajes Se incrementa la biodiversidad Se logra un mayor secuestro de carbono Se incrementa la fertilidad del suelo por medio del reciclaje de nutrientes Mejora la humedad en la capa superior del suelo
Bosques ribereños	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de erosión aéreas ribereñas Protección de cursos de agua, ríos y quebradas
Manejo de la biomasa	<ul style="list-style-type: none"> No quema Manejo de rastrojos
Protección de acuíferos y/o nacientes a través del manejo adecuado de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> El uso de lombricompost combinado con una mayor densidad de las raíces de las plantas da lugar a poros más grandes que a su vez

generados en la unidad ganadera

favorecen la infiltración del agua

Producción de abonos orgánicos; la hojarasca amortigua el impacto de las gotas de lluvia, reduce la velocidad del agua, mejora la estructura del suelo y almacena una gran proporción de agua, lo cual es relevante en zonas de ladera y durante los pronosticados eventos de lluvias torrenciales

Uso de biodigestores, son eficientes en el manejo de las excretas procedentes de la producción de cerdos y de bovinos, incluye el agua de lavado de las instalaciones

Uso de bancos forrajeros

Podrían reducir la presión a las pasturas y con ello evitar su degradación prematura, especialmente en periodos críticos como sequías y lluvias prolongadas

Contribuyen con una menor escorrentía y mayor infiltración de agua comparado con pasturas degradadas y pasturas arboladas e incluso es similar a los bosques secundarios

Protección de los parches boscosos

Protección de los cuerpos de agua

Obras físicas (acequias de laderas, barreras muertas de piedra)

Villanueva et al., (2010)

2.2.7. Intensificación de los sistemas ganaderos

Algunos aspectos relacionados con el tipo de manejo en la unidad de producción ganadera pueden contribuir a la disminución de GEI. La mayoría de éstos están relacionados con el mejoramiento de la eficiencia del sistema de producción. Las tecnologías actualmente disponibles que contribuyen al dicho incremento incluyen: el mejoramiento de las prácticas de producción (manejo animal, manejo pastizal, estrategias de alimentación) y la utilización de promotores del crecimiento (Cuadros 13 y 14).

Cuadro 13. Estrategias de alimentación que contribuyen al aumento de la productividad animal

Estrategia	Tipo de práctica	Beneficios
Suplementación durante la época de secas	Bancos forrajeros	Aportan forraje de buena calidad Mayor disponibilidad de nutrimentos Mantienen la rentabilidad del sistema durante sequías prolongadas
	Arborización de potreros	Sus frutos pueden ser consumidos por los animales; la calidad de los frutos es mayor a la de los pastos durante la sequía Reduce el estrés calórico en el animal
	Cercas vivas	Reducen el estrés calórico Son fuente de forraje para la alimentación del ganado sobre todo durante la sequía
	Uso de bloques nutricionales	Utilización de recursos locales (pasto+rastrojo+follaje de árboles forrajeros) Aumento de la ganancia de peso y de la producción de leche
		Fuente de nutrimentos durante la época de sequía Estrategia económicamente viable con potencial de reducir las emisiones de CH ₄ entre 25 y 27%
Suplementación durante la época de lluvias	Conservación de forraje (ensilajes y henificados)	Se adiciona proteína a la dieta forrajera Reducción de la producción de CH ₄ en un 20% si se utiliza un ensilado en comparación con el heno Uso de residuos del ejido/comunidad o propiedad
	Bancos forrajeros	Aportan forraje de buena calidad Mayor disponibilidad de nutrimentos
	Uso del follaje de las especies arbóreas locales	Recurso barato de fácil acceso Gran potencial como forraje Alto contenido de proteína y buen rendimiento de biomasa comparado con las gramíneas
	Tratamientos físicos del forraje Troceado y peletizado	Descenso de las emisiones de metano, especialmente cuando los forrajes son de buena calidad Mejora su utilización por parte de los rumiantes

Villanueva et al., (2010)

Cuadro 14. Estrategias de manejo del animal y la pastura, que contribuyen a la intensificación del sistema ganadero

Estrategia	Tipo de práctica	Beneficios
Incremento de la eficiencia productiva del hato	Mejoramiento genético	Selección de animales rendidores, resistentes y bien adaptados a las condiciones locales Mejoramiento de la conversión alimenticia Disminuye el tiempo en que los animales son destinados al mercado
	Mejoramiento de la fertilidad	Disminución del número de cabezas de reemplazo y otros animales no productivos Disminución de la contaminación del aire, agua y suelos (emisiones de metano y óxido nítrico)
	Mejoramiento del sistema de crianza	
	Salud preventiva	Contribuye al aumento de la producción animal y por área Disminuye los costos veterinarios Disminuye la incidencia de enfermedades
	Diseño y promoción de instalaciones pecuarias	Disminuye el estrés calórico Mejoramiento de la calidad del agua de bebida
Mejoramiento del manejo de pastoreo	Pastoreo intensivo rotacional	Aumento de la productividad animal Disminución de las emisiones de GEI por unidad de producto (carne y/o leche) Incremento en la producción de materia orgánica reflejándose en un incremento de la producción de forraje Forrajes con mayor disponibilidad de nutrientes Pastoreo uniforme Oportunidad de incrementar la capacidad de carga sin causar daño permanente a las plantas Suelo sano Permite la regeneración adecuada de las plantas después del pastoreo
	Pastoreo en acahuales	Buena estrategia durante el periodo de sequía Aprovechamiento racional de los pastos en áreas de agostadero forestal Sucesión vegetal mediante la dispersión de semillas
	Pastoreo en plantaciones forestales y huertos	Aprovechamiento del forraje de piso, de los residuos agrícolas y control de malezas Pastoreo ideal para animales jóvenes y pequeños rumiantes
	Pastoreo en bancos	Aumento de la producción de leche

forrajeros	Aumento en la disponibilidad de nutrimentos Estrategia enmarcada dentro del contexto de desarrollo sustentable
Cercas vivas	Estrategia de bajo costo para aumentar el número de potreros para establecer un sistema de pastoreo rotacional
Pasturas mejoradas	
Arborización de potreros por medio de la regeneración natural	Selección, retención y protección de los mejores individuos Es más económico que plantar árboles provenientes de vivero

Villanueva et al., (2010)

2.3. Incentivos para la implementación de buenas prácticas de adaptación al cambio climático

Uno de los problemas que atraviesa el desarrollo rural de América Latina, es el escaso diseño de alternativas tecnológicas apropiadas y su baja adopción por la sociedad rural. Tecnologías como los sistemas silvopastoriles (SSP) presentan bajos niveles de adopción debido a sus altos costos de establecimiento y el relativo largo tiempo de espera durante el establecimiento. Por ejemplo, los sistemas donde se establecen árboles en potreros o bancos forrajeros de ramoneo requieren el no uso de la pastura durante el establecimiento, esto puede tener impactos negativos sobre la producción animal lo que crea un desincentivo de implementar estas tecnologías. Otros factores identificados como limitantes en la adopción de sistemas silvopastoriles son la incertidumbre en los mercados, la pobre genética de los animales, la falta de servicios de asistencia técnica, poca experiencia en ganadería, bajos índices de escolaridad e incentivos para una ganadería sustentable (Villanueva et al., 2009).

Existen herramientas que motivan la adopción de sistemas silvopastoriles tales como pago por servicios ambientales, créditos verdes y la capacitación participativa de productores por medio de la metodología de escuelas de campo; cada una de estas herramientas tiene un nicho específico de acción (Cuadro 15). La implementación de los pagos por servicios ambientales (PSA) son una herramienta valiosa para fomentar la adopción de SSP en áreas ganaderas (Casasola et al., 2009; Jiménez et al., 2010).

Cuadro 15. Herramientas para la adopción de SSP y su nicho de acción

Herramientas de adopción	Nicho de acción
Pago por servicios ambientales (PSA) (secuestro y almacenamiento de carbono, protección de biodiversidad, protección de cuencas hidrográficas y belleza escénica)	Se puede implementar en zonas críticas para la conservación de recursos naturales
Créditos verdes	Facilita el crédito como factor de política importante para reducir la pobreza y promover el espíritu empresarial entre los agricultores Se enfocan en temas que son relevantes para los productores y en la generación de impactos en el mejoramiento del nivel de vida de las familias productoras
Escuelas de campo (ECA)	Tienen mayor impacto que la capacitación tradicional
Villanueva et al., (2010)	

En América Latina, se empiezan a desarrollar experiencias de PSA, sin embargo esta opción ha tenido muchas limitantes para su implementación. En México, hay experiencias como el programa PSA de la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) que es de reciente creación (Chagoya e Iglesias, 2009). En el estado de Chiapas, la experiencia de la Cooperativa AMBIO en la venta de bonos de carbono se ha desarrollado con éxito, especialmente con la participación de comunidades indígenas mediante la implementación de sistemas agroforestales y áreas de conservación.

La adopción del PSA en los trópicos enfrenta diversas barreras. Un obstáculo es la demanda limitada ya que muy pocos usuarios de los servicios tienen confianza en el mecanismo de servicios ambientales (SA), sin embargo, en los últimos años hay mucha expectativa social sobre los programas gubernamentales relacionados con la mitigación del CC y sus beneficios económicos a los productores. Este proceso puede tener un importante potencial, sin embargo también puede acarrear serias contradicciones en el terreno de la participación y burocratización de las iniciativas. Otros obstáculos son el poco conocimiento sobre la

dinámica operativa de los SA y la difusión del proceso de cambio climático y acuerdos en la política mundial y nacional. Un ejemplo, es la situación actual de REDD, en donde hay mucha expectativa social, pero se sabe poco por la población potencialmente beneficiaria. Otros factores identificados como limitantes en la adopción de sistemas silvopastoriles son la incertidumbre en los mercados, la pobre genética de los animales, la falta de servicios de asistencia técnica, poca experiencia en ganadería, bajos índices de escolaridad e incentivos para una ganadería sustentable (Villanueva et al., 2009)

A continuación se sugieren algunos puntos sobre los cuales es necesario hacer énfasis para la adopción de los SSP (Villanueva et al., 2009):

- Fomentar la toma de conciencia en todos los niveles de la sociedad y de manera muy importante entre los tomadores de decisiones del sector público como en el privado, a fin de asegurar que las políticas públicas en esta materia sean sostenibles en el tiempo.
- Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales capaces de enfrentar los cambios climáticos
- Integrar las políticas entre los niveles y los sectores y aprovechar posibles sinergias entre la mitigación y la adaptación al CC
- Las organizaciones /agrupaciones agrícolas deberían participar en las negociaciones nacionales e internacionales relacionadas con el CC
- Los servicios nacionales de extensión e investigación agronómica deberían participar más en la recopilación, análisis y difusión de la información.
- Reconocer que la adaptación en el sector agropecuario tiene características de bien público
- Desarrollar capacidades para la producción, integración y sistematización de información climática, social y productiva para entender las interacciones entre las dinámicas física y humana del cambio climático en el sector agropecuario
- Fomentar la visión de la adaptación que fortalezca el manejo integral del agua. Esto implica reconocer la vinculación del impacto climático sobre la disponibilidad de agua en relación a la actividad agropecuaria

2.4.Estrategias silvopastoriles que pueden contribuir a la mitigación –adaptación al cambio climático para las principales regiones de Chiapas, México



2.4.1.Región Soconusco.

En esta región se encuentra la producción agrícola de mayor importancia en Chiapas. Desde el punto de vista económico, esta región concentra la agricultura más intensiva y relacionada con el mercado internacional. Estas características se deben en buena medida a la conjunción de los factores ambiental y económico. En el Soconusco, las condiciones ambientales son favorables para la ganadería, pues se trata de terrenos fluviales planos en donde hay buenas condiciones ambientales y edáficas para el establecimiento de cultivos.

La región ha tenido una importante actividad económica surgida como consecuencia de la producción empresarial de café, seguida del cultivo de cacao, algodón y plátano, lo que permitió el desarrollo temprano de una importante infraestructura de apoyo a la producción.

A pesar del avance tecnológico existen productores fundamentalmente minifundistas y ejidatarios con técnicas cualitativamente diferentes a las empleadas en las grandes unidades de producción, situación que se explica por la desigualdad en el uso de los recursos y en la disponibilidad de capital.

Cuadro 16. Estrategias de mitigación-adaptación región Soconusco

REGION SOCONUSCO	
Región fisiográfica	Planicie costera del Pacífico
Potencial para la actividad pecuaria *	Zona con limitaciones menores, sin embargo requiere de reforestación en áreas ribereñas y áreas de pastoreo
Estrategias de mitigación/adaptación al CC	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas (leñosas) • Restauración de Bosques ribereños (Reforestación con especies locales) • Asociación de árboles con cultivos perennes • Árboles dispersos en potreros (árboles leguminosos para rehabilitación de potreros degradados) • Bancos forrajeros (proteína y energía) • Pastoreo en acahuales, especialmente en zonas de transición hacia la Sierra • Plantaciones de árboles maderables o frutales en pasturas • Uso del follaje de árboles y arbustos forrajeros • Uso de bloques multinutricionales • Conservación de forrajes • Mejoramiento de las prácticas reproductivas y de crianza • Sistemas de captación de agua • Protección de acuíferos y/o nacientes a través del manejo adecuado de los residuos generados en la producción (problema asociado a café y sistemas de leche.- Cuenca lechera de la Costa-Soconusco) • Protección de los areas boscosas • Mejoramiento de las instalaciones pecuarias • Manejo de residuos pecuarios en unidades de Leche y porcinas (biodigestores) • Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales • Alto Potencial para programas de PSA

2.4.2. Región Altos-Sierra

La ganadería que se practica en estas regiones está catalogada como “Ganadería de Montaña”. El relieve de los complejos montañosos se caracteriza por ser accidentado con algunas planicies y valles; las corrientes de agua son escasas. La estación fría ejerce un efecto marcado en la cubierta vegetal ya que se presentan riesgos de heladas que frenan el

desarrollo vegetal, determinando la presencia de formaciones vegetales estacionales, en las cuales una buena parte de las especies vegetales pierden su follaje durante la temporada fría

La ganadería regional es practicada por campesinos indígenas con escasos recursos, cuyos rebaños (bovinos y ovinos principalmente) en general cuentan con pocos animales que son atendidos en estrecha relación con la actividad agrícola de sus pequeñas parcelas y terrenos en descanso. El trabajo agrícola continúa realizándose en unidades productivas familiares. En ambas zonas, el sistema de producción pecuaria se basa en animales criollos, ovinos principalmente, aunque cada vez con mayor frecuencia bovinos. El manejo se basa con un uso de prácticas tradicionales, principalmente en la zona Tzotzil de los Altos de Chiapas, es intensivo y en interacción con la agricultura y el bosque y con uso escaso de insumos externos. Si bien la ganadería bovina y ovina hace un uso casi exclusivo de materias primas locales, estas actualmente ya no son suficientes en calidad y cantidad, para satisfacer los requerimientos del rebaño. Estos sistemas pecuarios son los que menor atención tienen por programas gubernamentales, a pesar de tener una función importante de mantener la economía familiar campesina.

La producción ganadera de estas regiones montañosas enfrenta una grave problemática que consiste en: fuerte dependencia de las condiciones naturales para la producción, sobrepoblación, sobrepastoreo, malas condiciones físicas y productivas de los animales, mínima atención a la reproducción animal y muy baja productividad. El abono orgánico y el suelo retenido por medio de la construcción de terrazas son prácticas comunes en ambas regiones, además se han introducido productos industriales como fertilizantes, insecticidas y semillas mejoradas.

Cuadro 17. Estrategias de mitigación-adaptación región Altos y Sierra

REGION ALTOS Y SIERRA	
Región fisiográfica	Altiplanicie Central del Estado de Chiapas y Sierra de Chiapas
Potencial para la actividad pecuaria *	Fuertes limitaciones para la actividad pecuaria
	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras y cercas vivas (leñosas) • Bancos forrajeros (Corte y acarreo) • Pastoreo en huertos frutales y áreas forestales .

Estrategias de mitigación/adaptación al CC	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento genético animal (Razas criollas) • Mejoramiento genético vegetal • Suplementación animal • Técnicas de conservación del forraje • Uso del follaje forrajero local • Uso de medicina preventiva tradicional • Sistemas de captación de agua • Mejoramiento de la calidad del agua de bebida • Protección de los parches boscosos • Establecimiento de ECA's • Rescate de prácticas ganaderas tradicionales • PSA • Créditos Verdes
--	--

2.4.3. Región Valles Centrales

Los Valles Centrales de Chiapas constituyen un valle formado por la acción erosiva del cauce del río Grijalva. Presenta cerros y mesetas y por lo tanto una alta variación en cuanto a al relieve y tipo de suelo, lo que influye sobre el manejo del suelo: la mecanización se presenta con más frecuencia en terrenos planos y la roza-tumba-quema en laderas cerriles y pedregosas. El clima de la región es del tipo Aw con temperaturas altas, corta estación lluviosa (4-6 m) y bajos índices de precipitación.

La ganadería representa una de las actividades más importantes de la región y presenta una importante variación de intensificación en los sistemas ganaderos. Las fincas semi-extensivas aglutinan al mayor número de unidades de producción en donde la mayor parte de la superficie es destinada para potreros y alrededor de la quinta parte es destinada principalmente al cultivo de maíz para autoconsumo. Este tipo de ganadería es de doble propósito convencional, con ranchos de mediana extensión (60 – 75 ha) La alimentación de estos animales está basada en el pastoreo con pastos nativos e introducidos recientemente. El crecimiento de estos pastos es estacional, existiendo una fuerte deficiencia de forraje durante la época de estiaje; para tratar de subsanar estas deficiencias, el ganado es alimentado con rastrojo de maíz. También se utilizan otros subproductos disponibles, como grano de maíz molido y melaza. En los últimos años ha existido un fuerte desplazamiento del cultivo del maíz por el cultivo del sorgo, aspecto preocupante.

La región se caracteriza por la producción de becerros al destete, los cuales se engordan en otras regiones. La actividad lechera también es de importancia. Las condiciones climáticas combinan 6 meses de sequía marcada con 6 meses de lluvias, por ello, la producción ganadera está relacionada con la producción agrícola de granos básicos, mediante el aprovechamiento de los residuos de la cosecha de maíz y con la producción de calabaza como alimento para el ganado, por lo anterior, la engorda de novillos está muy restringida en la región .

Cuadro 18. Estrategias de mitigación-adaptación región Valles Centrales

REGION VALLES CENTRALES	
Región fisiográfica	Depresión central del estado de Chiapas
Potencial para la actividad pecuaria *	Semi intensivo. Fuerte potencial para estrategias agroforestales y ganado
Estrategias de mitigación/adaptación al CC	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de recursos locales. Principalmente árboles forrajeros locales • Ollas de agua • Cercos vivos y Barreras vivas (leñosas) • Restauración de Bosques ribereños (Reforestación) • Bancos forrajeros (corte y acarreo y pastoreo) • Plantaciones para producción de semilla de árboles forrajeros • Árboles dispersos en potreros • Mejoramiento de acahuales • Pastoreo restringido bajo bosques naturales y acahuales • Protección de acuíferos y/o nacientes a través del manejo adecuado de los residuos generados en unidades semi-intensivas e intensivas • Protección de los parches boscosos • Mejoramiento de la calidad del agua de bebida • Sistemas de captación de agua • Conservación y Manejo de recursos genéticos animales criollos • Mejoramiento de las prácticas de reproducción animal • Medicina preventiva • Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales • PSA

2.4.4. Región Norte

La producción se expresa por un lado en la actividad ganadera de la planicie con orientación al estado de Tabasco, en donde se presentan condiciones más tecnificadas que la correspondiente a las montañas, de menor incorporación de capital y supeditada a las necesidades de la ganadería de la planicie. Al igual que la ganadería de la región Costa, en la planicie del Norte se manifiestan cuatro actividades diferentes: ganadería de doble propósito, ganadería de engorda, cría de becerros y cría de reproductores.

En las montañas del Norte, la ganadería se extiende en toda la región y comparte con la cafecultora y agricultura para autoconsumo el espacio productivo. El elemento articulador de la producción cafetalera con la ganadería es la milpa, que para la producción cafetalera significa el aprovisionamiento de la fuerza de trabajo, mientras que para la ganadería se traduce en reducción de los costos en el establecimiento de pastizales.

La ganadería de montaña en lo esencial, está orientada a la cría de becerros de donde son extraídos para engordarlos en la planicie del Golfo. Las unidades de producción ganadera son primordialmente ejidales y en la zona limítrofe con Tabasco predominan las pequeñas propiedades semi-intensivas de doble propósito. En la región Norte, las condiciones de vida de la población son precarias (extrema marginación, infraestructura pobre, y una población creciente organizada en ejidos). El maíz es el cultivo básico y los sistemas pecuarios son de carácter mixto pues la alimentación del ganado se suplementa con residuos agrícolas como el rastrojo de maíz; los animales pastorean en bosques, acahuales, áreas agrícolas y pastizales naturales. La producción se dirige principalmente hacia la venta de becerros.

Cuadro 19. Estrategias de mitigación-adaptación región Norte

REGION NORTE	
Región fisiográfica	Montañas del norte Y planicie Costera del Golfo
Potencial para la actividad pecuaria *	Semintensivo en zonas bajas. Restricciones en zonas de montaña
Estrategias de mitigación/adaptación al CC	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras vivas (leñosas) • Restauración de Bosques ribereños (Reforestación con especies locales) • Asociación de árboles con cultivos perennes • Árboles dispersos en potreros (árboles leguminosos para rehabilitación de potreros degradados) • Bancos forrajeros (proteína y energía) • Pastoreo en acahuales, especialmente en zonas de transición hacia la Sierra • Plantaciones de árboles maderables o frutales en pasturas • Uso del follaje de árboles y arbustos forrajeros • Uso de bloques multinutricionales • Conservación de forrajes • Mejoramiento de las prácticas reproductivas y de crianza • Sistemas de captación de agua • Protección de acuíferos y/o nacientes a través del manejo adecuado de los residuos generados en la producción (problema asociado a café y sistemas de leche.- Cuenca lechera de la Costa-Soconusco) • Protección de los areas boscosas • Mejoramiento de las instalaciones pecuarias • Manejo de residuos pecuarios en unidades de Leche y porcinas (biodigestores) • Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales • Alto Potencial para programas de PSA

2.4.5. Región Lacandona

Esta región ha pasado por un fuerte proceso de cambio del uso del suelo. La deforestación por madereros y agricultores, ha dado paso a extensas áreas ganaderas en donde la actividad está dominada por unidades ejidales y en menor medida por ranchos privados. Esta región cuenta con abundante precipitación pluvial, altas temperaturas y buenos recursos vegetales para esta actividad. Sin embargo, una de las fuertes limitaciones es la fertilidad de los suelos, los cuales bajo sistemas ganaderos extensivos, rápidamente se degradan.

El tipo de ganadería para esta región se basa en sistemas extensivos para la cría y venta de becerros para su engorda en Tabasco y Norte del país. La Selva está poblada por inmigrantes campesinos y población local mestiza e indígena. La ganadería es de tipo extensivo convencional (aprovecha las áreas desmontadas, propiciando el establecimiento de pastizales); el ganado bovino tiene un mercado bien establecido por lo que se ha convertido en la estrategia mercantil dominante para los campesinos de la región. En los últimos años, se ha dado una fuerte migración a los Estados Unidos, en donde los migrantes reinvierten sus ganancias en ganado y pasturas.

Cuadro 20. Estrategias de mitigación-adaptación región Lacandona

REGION LACANDONA	
Región fisiográfica	Selva y Montañas del norte
Potencial para la actividad pecuaria *	Semintensivo. Restricciones en zonas de Selva áreas con manejo forestal y áreas de amortiguamiento (ANP's)
Estrategias de mitigación/adaptación al	<ul style="list-style-type: none"> • Enriquecimiento agroforestal de acahauales • Uso de árboles leguminosos para mejorar el suelo • Cercos vivos multiestratos • Barreras vivas (leñosas) • Restauración de Bosques ribereños (Reforestación con especies locales) • Asociación de árboles con cultivos perennes • Árboles dispersos en potreros (árboles leguminosos para rehabilitación de potreros degradados) • Bancos forrajeros (proteína y energía) • Pastoreo controlado acahauales • Plantaciones de árboles maderables o frutales en pasturas

CC	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del follaje de árboles y arbustos forrajeros • Uso de bloques multinutricionales • Conservación de forrajes • Mejoramiento genético de animales • Protección de Areas de Selva y ANP's • Mejoramiento de las instalaciones pecuarias • Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales • Alto Potencial para programas de PSA
----	--

2.4.6. Región Costa

En la costa de Chiapas convergen el medio natural y las condiciones sociales para propiciar la ganadería. La ganadería en ésta región se ha desarrollado y cuenta con buena infraestructura y vías de acceso, que permiten la comercialización con el centro del País.

El sistema-producto leche es uno de los más desarrollados bajo sistemas semi-intensivos y extensivos. Este aspecto le da un importante potencial de mercado.

La región, a pesar de tener buenas condiciones para la producción animal, se ha visto afectada por los efectos de huracanes, los cuales han impactado en la economía de la población.

Cuadro 21. Estrategias de mitigación-adaptación región Costa

REGION COSTA	
Región fisiográfica	Planicie Costera del Pacifico- Sierra Madre (Vertiente Pacifico)
Potencial para la actividad pecuaria *	Restricciones en zonas de montaña, áreas de transición y amortiguamiento
Estrategias de mitigación/adaptación al CC	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de áreas ribereñas • Manejo de residuos de sistemas intensivos (Leche) • Cercos vivos multiestratos • Barreras vivas (leñosas) • Árboles dispersos en potreros • Pastoreo restringido en acahuals • Bancos forrajeros (corte y acarreo y en pastoreo) • Uso del follaje forrajero de árboles locales • Pastoreo controlado en plantaciones • Uso de bloques multinutricionales • Plantaciones de árboles maderables o frutales en pasturas

	<ul style="list-style-type: none">• Mejoramiento genético animal (selección de los mejores individuos)• Mejoramiento genético vegetal y animal• Protección de los parches boscosos• Mejoramiento de las instalaciones pecuarias• Mejoramiento de la calidad del agua de bebida• PSA• Rescate de buenas prácticas ganaderas tradicionales
--	--

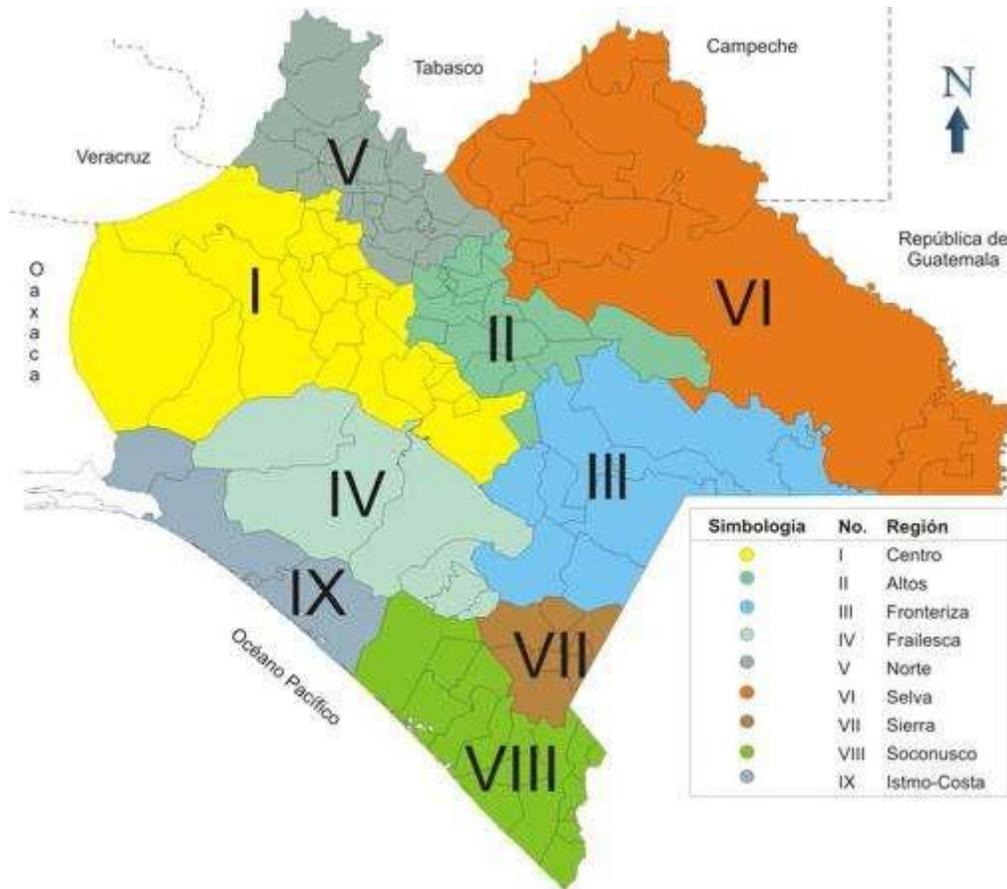
Referencias

- Casasola F., Ibrahim M., Sepúlveda C., Ríos N., Tobar D. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. En: Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Ed CATIE. Serie Técnica no 377. Pp 169-187.
- Chagoya J e Iglesias G.L. 2009. Esquema de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal, México. En: Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Ed CATIE. Serie Técnica no 377. Pp 189-204
- Gamboa H., Gómez W., e Ibrahim. 2009. Sistema agroforestal Quesungual: una buena práctica de adaptación al cambio climático. En: Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Ed CATIE. Serie Técnica no 377. Pp 47-66
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Informes del Inventario 1990 – 2002. Inventario Nacional de GEI 2005. Parte 4; Sector Agricultura. En línea: <http://www.ine.gob.mx/cpcc-lineas>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. IPCC-NGGIP Publications. En línea: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>
- Jiménez F. G. Agroforestería Pecuaria en Chiapas, México (2007). Editores: G. Jiménez Ferrer, J. Nahed Toral, L. Soto Pinto. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Mauricio L.M.J., García J.H., y Valladares A.R. 1982. Las Regiones Agrícolas. En: La producción agrícola en Chiapas. Serie Documentos 8. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Pp 69-81
- Pérez J. Cherrington E., Anderson E., Morán M., Flores A., Trejos N y Sempris E. 2009. La experiencia de la adaptación al cambio climático en la región de Mesoamérica. En:

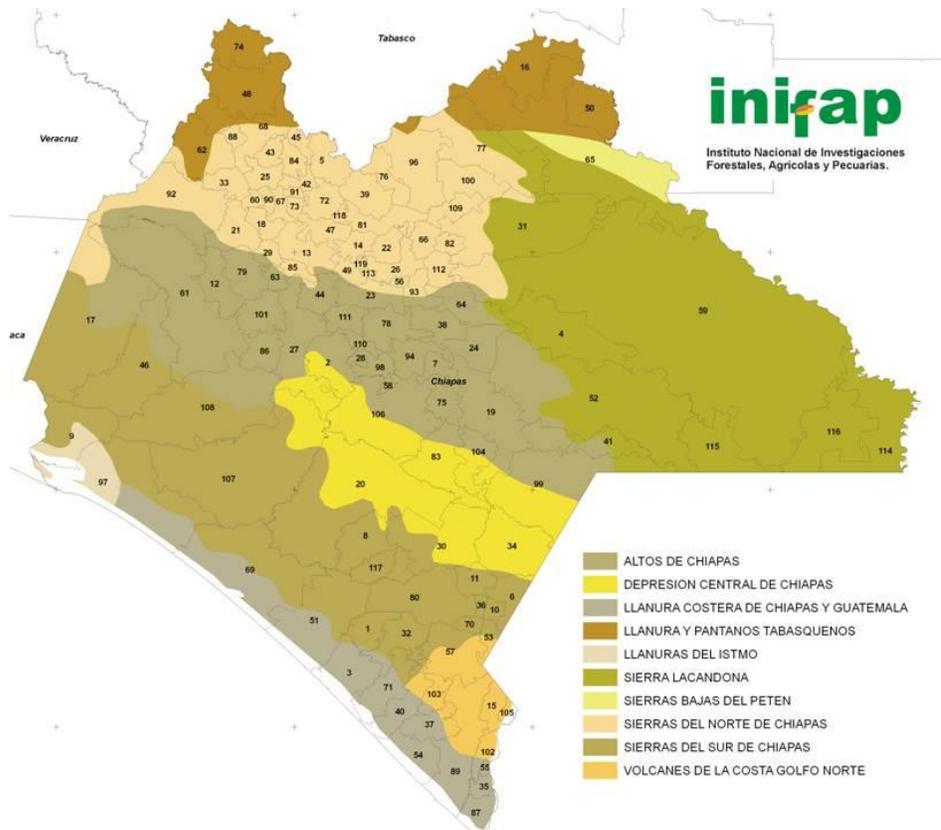
- Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en America Central. Ed CATIE. Serie Técnica no 377. Pp 3-22
- Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. 2005. Caracterización y análisis del territorio Chiapaneco. Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaría de Planeación y Finanzas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Pp 12-47
- Santillán A.T., Ferguson G.B., Jiménez F.G., Gómez C.H., Carmona M.I., y Nahed T.J. 2007. Ganadería extensiva en regiones tropicales: el caso de Chiapas. En: Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una visión para Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 19-40.
- Villanueva C. Ibrahim M, Casasola F., Ríos N y Sepúlveda C. 2009. Sistemas silvopastiroles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. En: Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Ed CATIE. Serie Técnica no 377. Pp 103-125.
- Villanueva C., Ibrahim M., y Haensel G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles. Estudios de caso en América Central. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE; no 95. Pp: 10.

Anexos

Anexo1. Regiones económicas de Chiapas



Anexo2. Municipios y Regiones Agroclimáticas en el Estado de Chiapas.



1 Acacoyagua	44 Ixtapa	87 Suchiate
2 Acala	45 Ixtapangajoya	88 Sunuapa
3 Acapetahua	46 Jiquipilas	89 Tapachula
4 Altamiranor	47 Jitotol	90 Tapalapa
5 Amatán	48 Juárez	91 Tapilula
6 Amatenango de la Frontera	49 Larráinzar	92 Tecpatán
7 Amatenango del Vallel	50 La Libertad	93 Tenejapa
8 Angel Albino Corzo	51 Mapastepec	94 Teopisca
9 Arriaga	52 Las Margaritas	96 Tila
10 Bejucal de Ocampo	53 Mazapa de Madero	97 Tonalá
11 Bella vista	54 Mazatán	98 Totolapa
12 Berriozabal	55 Metapa	99 La Trinitaria
13 Bochil	56 Mitontic	100 Tumbalá
14 El Bosque	57 Motozintla	101 Tuxtla Gutierrez
15 Cacahoatán	58 Nicolás Ruiz	102 Tuxtla Chico
16 Catazajá	59 Ocosingo	103 Tuzantán
17 Cintalapa	60 Ocoatepec	104 Tzimol
18 Coapilla	61 Ocozocuautila de Espinoza	105 Unión Juárez
19 Comitán d Domiíngues	62 Ostuacán	106 Carranza
20 La Concordia	63 Osumacinta	107 Villa Corzo
21 Copainalá	64 Oxchuc	108 Villaflores
22 Chalchihuitán	65 Palenque	109 Yajalón
23 Chamula	66 Pantelhó	110 San Lucas
24 Chanal	67 Pantepec	111 Zinacantán
25 Chapultenango	68 Pichucalco	112 San Juan Cancuc
26 Chenalhó	69 Pijijiapan	113 Aldama
27 Chiapa de Corzo	70 El Porvenir	114 Benemérito de las Américas
28 Chiapilla	71 Villa Comaltitlán	115 Maravilla Tenejapa
29 Chicasén	72 Solistahuacán	116 Marqués de Comillas
30 Chicomuselo	73 Rayón	117 Monte Cristo de Guerrero
31 Chilón	74 Reforma	118 San Andrés Duraznal
32 Escuintla	75 Las Rosas	119 Santiago del Pinar
33 Francisco León	76 Sabanilla	
34 Frontera Comalapa	77 Salto de Agua	
35 Frontera Hidalgo	78 San Cristóbal de las Casas	
36 La Grandeza	79 San Fernando	
37 Huehuetán	80 Siltepec	
38 Huixtán	81 Simojovel	
39 Huitiupán	82 Sitalá	
40 Huixtla	84 Solosuchiapa	
41 La Independencia	85 Soyaló	
42 Ixhuetán	86 Suchiapa	
43 Ixtacomitán		

Anexo3..Especies forestales y agroforestales con potencial para fortalecer acciones de adaptación al cambio climático y obras recomendadas según región climática de Chiapas

a)Región trópico húmedo de Chiapas

PROTECCIÓN	REFORESTACIÓN
Amapola <i>Pseudobombax ellipticum</i>	Amapola <i>Pseudobombax ellipticum</i>
Amates <i>Ficus</i> spp.	Amates <i>Ficus</i> spp.
Bari <i>Callophyllum brasiliense</i>	Bari <i>Callophyllum brasiliense</i>
Cacho de toro <i>Bucida macrostachia</i>	Candops, tronadora, tronafuerte, Tecoma stans
Candops, tronadora, tronafuerte, Tecoma stans	Canelo <i>Calycophyllum candidissimum</i>
Canelo <i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canshan
Canshan	Caoba <i>Swaetania macrophylla</i>
Caoba <i>Swaetania macrophylla</i>	Carnero <i>Coccoloba cozumelensis</i>
Capulín, cerecillo <i>Muntingia calabura</i>	Castaño <i>Sterculia mexicana</i>
Carnero <i>Coccoloba cozumelensis</i>	Cedro <i>Cedrella odorata</i>
Castaño <i>Sterculia mexicana</i>	Ceiba <i>Ceiba pentandra</i>
Cedro <i>Cedrella odorata</i>	Chiche <i>Aspidospermum megalocarpum</i>
Ceiba <i>Ceiba pentandra</i>	Chicosapote, Chicle <i>Manilkara zapota</i>
Chiche <i>Aspidospermum megalocarpum</i>	Cocoite <i>Gliricidia sepium</i>
Chicosapote, Chicle <i>Manilkara zapota</i>	Colorín ucum, pinto, <i>Erytrina fusca</i> , <i>E. americana</i> ,
Cinco negritos,	Corcho <i>Ochroma pyramidale</i>
Cocoite <i>Gliricidia sepium</i>	Coyol real
Colorín ucum, pinto, <i>Erytrina</i>	Cuajilote <i>Parmentiera edulis</i>
Corazón bonito <i>Poeppigia procera</i>	Cupapé <i>Cordia dodecandra</i>
Corcho <i>Ochroma pyramidale</i>	Ginicuil, paterna, macheton, <i>Inga</i> spp.
Coyol real	Guachipilín
Cuajilote <i>Parmentiera edulis</i>	Guamuchil <i>Pithecellobium dulce</i>
Cupapé <i>Cordia dodecandra</i>	Guanabana <i>Annona divaricata</i>
Ginicuil, paterna, macheton, <i>Inga</i> spp.	Guanastle, orejón <i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Guachipilín	Guapinol <i>Hymenaea courbaril</i>
Guamuchil <i>Pithecellobium dulce</i>	Guaya <i>Cordia</i>
Guanabana <i>Annona divaricata</i>	Guayaba <i>psidium guajaba</i>
Guanastle, orejón <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guayabo volador, canshan <i>Terminalia amazonia</i>
Guapinol <i>Hymenaea courbaril</i>	Guayacán <i>Tabebuia guayacán</i>
Guash <i>Leucaena leucocephala</i>	Guazuma <i>ulmifolia</i>
Guaya <i>Cordia</i>	Hormiguillo <i>Platimiscium dimorfandum</i>
Guayaba <i>psidium guajaba</i>	

<p>Guayabo volador, canshan Terminalia amazonia</p> <p>Guayacán Tabebuia guayacán</p> <p>Guazuma ulmifolia</p> <p>Hormiguillo Platimiscium dimorfandum</p> <p>Hule Castilla elastica</p> <p>Jatropha sp</p> <p>Jicaro crescentia alata</p> <p>Jobo Spondias mombin</p> <p>Laurel, Bojón Cordia alliodora</p> <p>Majagua azul Heliocarpus appendiculatus</p> <p>Majagua Trichospermum mexicanum</p> <p>Matilisque Tababuia chrysantha</p> <p>Mulato Bursera simaruba</p> <p>Nambimbo o Naranjillo</p> <p>Nanche Byrsonima crassifolia</p> <p>Ñangipo Cordia dentata</p> <p>Palmas Sabal mexicana,</p> <p>Popiste Blepharidium mexicanum</p> <p>Quiebracho Acacia pennatula</p> <p>Ramon Brosimum allicastrum</p> <p>Roble Tabebuia rosea</p> <p>Roble tropical Quercus oleoides</p> <p>Sabino Taxodium mucronatum</p>	<p>Hule Castilla elastica</p> <p>Jatropha sp</p> <p>Jicaro crescentia alata</p> <p>Jobo Spondias mombin</p> <p>Laurel, Bojón Cordia alliodora</p> <p>Matilisque Tababuia chrysantha</p> <p>Mulato Bursera simaruba</p> <p>Nanche Byrsonima crassifolia</p> <p>Ñangipo Cordia dentata</p> <p>Palmas Sabal mexicana,</p> <p>Popiste Blepharidium mexicanum</p> <p>Primavera Cybistax</p> <p>Quiebracho Acacia pennatula</p> <p>Roble Tabebuia rosea</p> <p>Roble tropical Quercus oleoides</p> <p>Sabino Taxodium mucronatum</p> <p>Sapote mamey Pouteria zapota</p> <p>Tempisque Mastichodendron capiri</p> <p>Tinto Haemetoxylum campechianum</p> <p>Vochysia guatemalensis</p> <p>Zapote de agua Pachira aquatica</p>
--	--

OBRAS SUGERIDAS :

AGROFORESTERÍA PECUARIA

Cercos vivos

Bordos

Jagueyes

Represas filtrantes (otate, bambú, piedras)

Cortinas rompevientos

Gaviones

Islas o bosquetes de vegetación en potrero

Subsoleo profundo

Terrazas.

Curvas de nivel

Bancos forrajeros

Protección de taludes con leguminosas, pastos,

Zanjas con pozos de filtración

Enriquecimiento de acahuales
Rotación de potreros y ajuste de la carga animal

b)Región trópico seco de Chiapas

PROTECCIÓN	REFORESTACIÓN
Aguacate <i>Persea americana</i>	Aguacate <i>Persea americana</i>
Amates <i>Ficus</i> spp.	Amates <i>Ficus</i> spp.
Brasil <i>Haemetoxylum brasiliense</i>	Bojón laurel <i>Cordia alliodora</i>
Candops, tronadora, tronafuerte, Tecoma stans	Canelo <i>Calycophyllum candidissimum</i>
Canelo <i>Calycophyllum candidissimum</i>	Caobilla <i>Swietenia humilis</i>
Caobilla <i>Swietenia humilis</i>	Capulín, cercillo <i>Muntingia calabura</i>
Capulín, cercillo <i>Muntingia calabura</i>	Caspirola <i>Inga</i> sp.
Carnero <i>Coccoloba cozumelensis</i>	Cedro <i>Cedrella odorata</i>
Caspirola <i>Inga</i>	Ceiba <i>Ceiba aesculifolia</i>
Castaño <i>Sterculia mexicana</i>	Cocoite <i>Gliricidia sepium</i>
Cedro <i>Cedrella odorata</i>	Colorín ucum, pinto, <i>Erythrina</i>
Ceiba <i>Ceiba aesculifolia</i>	Cuajilote <i>Parmentiera edulis</i>
Chicosapote, Chicle <i>Manilkara zapota</i>	Cuajinicuil, <i>Inga</i> spp.
Chincuya <i>Annona</i>	Cupapé <i>Cordia dodecandra</i>
Cinco negritos, Anonillo <i>Eugenia acapulcensis</i>	Espino blanco, Quiebracho <i>Acacia pennatula</i>
Cocoite <i>Gliricidia sepium</i>	Guachipilín <i>Diphysa robinoides</i>
Colorín ucum, pinto, <i>Erythrina</i>	Guácimo, tapaculo, caulote, <i>Guazuma ulmifolia</i>
Copal <i>Bursera excelsa</i>	Guamuchil <i>Pithecellobium dulce</i>
Corazón bonito <i>Poeppigia procera</i>	Guanastle, orejón <i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Coyol <i>Achrocomia mexicana</i>	Guapinol <i>Hymenaea courbaril</i>
Coyol real <i>Schelea liebmanii</i>	Guash <i>Leucaena leucocephala</i>
Cuajilote <i>Parmentiera edulis</i>	Corazón bonito <i>Poeppigia procera</i>
Cuajinicuil, <i>Inga</i> spp.	Guaya <i>Cordia</i>
Cupapé <i>Cordia dodecandra</i>	Hormiguillo <i>Platimiscium dimorfandum</i>
Chaperno <i>Lonchocarpus</i> sp.	Laurel, Bojón <i>Cordia alliodora</i>
Espino blanco, Quiebracho <i>Acacia pennatula</i>	Matiliguate <i>Tabebuia chrysantha</i>
Espino negro <i>Piptadenia flava</i>	Mesquite <i>Prosopis jiliflora</i>
Guachipilín <i>Diphysa robinoides</i>	Mulato <i>Bursera simaruba</i>
Guácimo, tapaculo, caulote, <i>Guazuma ulmifolia</i>	Nangipo <i>Cordia dentata</i>
Guamuchil <i>Pithecellobium dulce</i>	Plumajillo, camarón <i>Alvaradoa amorphoides</i>
	Ramón Mujú <i>Brosimum alicastrum</i>
	Roble <i>Tabebuia rosea</i>

<p>Guanabana <i>Annona divaricata</i> Guanastle, orejón <i>Enterolobium cyclocarpum</i> Guapinol <i>Hymenaea courbaril</i> Guash <i>Leucaena leucocephala</i> Guaya <i>Cordia</i> Guayaba <i>Psidium guajaba</i> Guayacán real <i>Guayacum sanctum</i> Hormiguillo <i>Platimiscium dimorfandum</i> Hojamán <i>Curatella americana</i> Jartropha sp Jicaró, morro <i>Crescentia alata</i> Jobo <i>Spondias mombin</i> Jocote <i>Spondias purpurea</i> Laurel, Bojón <i>Cordia alliodora</i> Majagua azul <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Majagua <i>Trichospermum mexicanum</i> Matlisguate <i>Tabebuia chrysantha</i> Mesquite <i>Prosopis juliflora</i> Mulato <i>Bursera simaruba</i> Nambimbo o Naranjillo <i>Ehretia tenuifolia</i> Nanche <i>Byrsonima crassifolia</i> Nangipo <i>Gulaber Cordia dentata</i> Palmas <i>Sabal mexicana</i>, Papausa <i>Annona reticulata</i> Pie de venado <i>Bauhinia divaricata</i> Plumajillo, camarón <i>Alvaradoa amorphoides</i> Ramón Mujú <i>Brosimum alicastrum</i> Roble <i>Tabebuia rosea</i> Roble tropical <i>Quercus oleoides</i> Sabino <i>Taxodium mucronatum</i> Sauce <i>Salix bomplandiana</i> Tempisque <i>Mastichodendron capiri</i> Tepehuaje <i>Lysiloma auritum</i> Tepescohuite <i>Mimosa tenuiflora</i> Totoposte <i>Licania arborea</i> Zapote negro <i>Dyospiros dygina</i> Frutales (preferentemente especies nativas, también, cítricos, etc.)</p>	<p>Roble tropical <i>Quercus oleoides</i> Sabino <i>Taxodium mucronatum</i> Sauce <i>Salix bomplandiana</i> Tempisque <i>Mastichodendron capiri</i> Tepehuaje <i>Lysiloma auritum</i> Tepescohuite <i>Mimosa tenuiflora</i> Totoposte <i>Licania arborea</i></p>
<p>OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA:</p>	

Reforestación riparia (sembrado de arboles en los márgenes de los cauces de agua)
Construcción de abrevaderos
Cercos vivos
Bordos
Jagueyes
Ollas de agua
Represas filtrantes (otate, bambú, piedras)
Cortinas rompevientos
Gaviones
Islas o bosquetes de vegetación en potrero
Subsoleo profundo
Terrazas.
Curvas de nivel
Bancos forrajeros
Protección de taludes con leguminosas, pastos,
Zanjas con pozos de filtración
Enriquecimiento de acahuales
Brechas o guardarayas (para evitar incendios)
Rotación de potreros y ajuste de la carga animal

OBRAS SUGERIDAS:

AGROFORESTERIA PECUARIA

Reforestación riparia (sembrado de árboles en los márgenes de los cauces de agua)
Construcción de abrevaderos
Cercos vivos
Bordos
Jagueyes
Ollas de agua
Represas filtrantes (otate, bambú, piedras)
Cortinas rompevientos
Gaviones
Islas o bosquetes de vegetación en potrero
Subsoleo profundo
Terrazas.
Curvas de nivel
Bancos forrajeros
Protección de taludes con leguminosas, pastos,
Zanjas con pozos de filtración
Enriquecimiento de acahuales

Brechas o guardarrayas (para evitar incendios)
Rotación de potreros y ajuste de la carga animal

c) Región templada de Chiapas

PROTECCIÓN	REFORESTACIÓN
Aile <i>Alnus acuminata</i>	Aile Nok <i>Alnus acuminata</i>
Arce mexicano <i>Acer mexicanum</i> ssp. <i>negundum</i>	Arce mexicano <i>Acer mexicanum</i> ssp. <i>negundum</i> (ripario)
Capulín, cerezo <i>Prunus serotina</i>	Café <i>Coffea arabica</i>
Chajcal wash <i>Leucaena brachicarpa</i>	Chajcal wash <i>Leucaena brachicarpa</i>
Chilillo <i>Drimys granadensis</i>	Chinini <i>Persea donnell-smithii</i>
Chinini <i>Persea donnell-smithii</i>	Ciprés blanco <i>Cupressus lusitanica</i>
Chisni <i>Calliandra houstoniana</i>	Ciprés de Comitán <i>Juniperus comitana</i>
Ciprés blanco <i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés rojo <i>Juniperus gamboana</i>
Ciprés de Comitán <i>Juniperus comitana</i>	Encinos o robles <i>Quercus spp.</i>
Ciprés rojo <i>Juniperus gamboana</i>	Flor de la manita <i>Chiranthodendron pentadactylon</i>
Encinos o robles <i>Quercus spp.</i>	Fresno <i>Fraxinus uhdei</i>
Flor de la manita <i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Liquidámbar <i>Liquidambar styraciflua</i>
Fresno <i>Fraxinus uhdei</i>	Manzana de burro <i>Olmediella betschleriana</i>
Guano Sabal	Manzanilla <i>Crataegus pubescens</i>
Haya <i>Platanus mexicana</i>	Mesté, escoba <i>Baccharis vaccinioides</i>
K'ail <i>Montanoa leucantha</i>	Palo de gusano
Laurel <i>Litsea glaucescens</i>	Pelo de angel, <i>Calliandra calothyrsus</i>
Liquidámbar <i>Liquidambar styraciflua</i>	Pinabeto, Romerillo <i>Abies guatemalensis</i>
Madroño o madrón <i>Arbutus xalapensis</i>	Pinos <i>Pinus spp.</i>
Magnolia <i>Magnolia sharpi</i>	<i>Pinus ayacahuite</i>
Manzana de burro <i>Olmediella betschleriana</i>	<i>Pinus chiapensis</i>
Manzanilla <i>Crataegus pubescens</i>	<i>Pinus tecunumanii</i>
Matasano o sapote blanco <i>Cassimiroa edulis</i>	<i>Quercus rugosa</i> , <i>Q. laurina</i> , <i>Q. crassifolia</i> , <i>Q. crispipilis</i> , <i>Q. candicans</i> , <i>Q. segoviensis</i>
Memela <i>Memelita Ternstroemia tepezapote</i>	Sabino <i>Taxodium mucronatum</i>
Mesté, escoba <i>Baccharis vaccinioides</i>	Sauce <i>Salix bonplandiana</i>
Palmito <i>Chamaedorea</i>	Timbre <i>Acaciella angustissima</i>
Palo de gusano	Tronadora <i>Tecoma stans</i>
Pelo de angel, <i>Calliandra calothyrsus</i>	Tzelepat <i>Buddleja cordata</i>
Pinabete rojo <i>Taxus globosa</i>	Ukum <i>Erythrina chiapasana</i>
Pinabeto, Romerillo <i>Abies guatemalensis</i>	

<p> Pinos <i>Pinus</i> spp. <i>Pinus</i> ayacahuite <i>Pinus</i> chiapensis <i>Pinus</i> tecunumanii <i>Quercus</i> rugosa, <i>Q. laurina</i>, <i>Q. crassifolia</i>, <i>Q. crispipilis</i>, <i>Q. candicans</i>, <i>Q. segoviensis</i> Sabino <i>Taxodium mucronatum</i> Sauce <i>Salix bonplandiana</i> Timbre <i>Acaciella angustissima</i> Tronadora <i>Tecoma stans</i> Tzelepat <i>Buddleja cordata</i> Ukum <i>Erythrina chiapasana</i> </p>	<p>Frutales de zona templada y fría</p>
<p>OBRAS</p> <p> Reforestación riparia (sembrado de árboles en los márgenes de los cauces de agua) Construcción de abrevaderos Cercos vivos Bordos Jagueyes Ollas de agua Represas filtrantes (bolsas, piedras, arena) Cortinas rompevientos Gaviones Islas o bosquetes de vegetación en potrero Terrazas Curvas de nivel Bancos forrajeros Protección de taludes con leguminosas, pastos, Zanjas con pozos de filtración Enriquecimiento de acahuales Brechas o guardarayas (para evitar incendios) Relleno o control de pérdida de suelos en cárcavas Rotación de potreros y ajuste de la carga animal Empedrados o cercos de piedra (albarradas) </p>	