

Cuadernos de Trabajo

4

Instituto Nacional de Ecología

**Desarrollo forestal sustentable:  
Captura de carbono en las zonas tzeltal  
y tojolabal del estado de Chiapas**



INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA  
Y MEDIO AMBIENTE

**Desarrollo forestal sustentable:  
Captura de carbono en las zonas tzeltal  
y tojolabal del estado de Chiapas**

**ECOSUR  
GUILLERMO MONTOYA (COORDINADOR)  
LORENA SOTO  
BEN DE JONG  
KRISTEN NELSON  
PABLO FARIAS  
PAJAL YAKACTIC  
JOHN H. TAYLOR**

**The Edinburgh Centre for Tropical Forests  
Universidad de Edimburgo  
RICHARD TIPPE**

**Con la participación de los representantes comunitarios tzeltales: Manuel Moreno Hernández, Juan Moreno Gómez, Gilberto Álvaro Jiménez, Mariano Moreno Jiménez, Mariano Moreno Moreno, Jerónimo Gómez Pérez y Nicolás Hernández Pérez; los representantes de la tojolabal: Julián Pérez López, Pablo Santís García, Julio Jiménez Román, Antolin Pérez Hernández, Ventura Aguilar Santís, Abelardo García Pérez, Ramón Vázquez Vázquez, José R. Vázquez Vázquez, Caralampio Guillén López y Fernando López Aguilar; y las mujeres: Jerónima Álvaro, Martha Gómez, Manuela Moreno Moreno, Manuela Moreno Jiménez, Juana Moreno, Alejandra López, María del Tránsito, Angélica García, Teresa Pérez, Regina Pérez y Pascuala López.**

M. en C. Julia Carabias Lillo  
*Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*

Ing. Gabriel Quadri de la Torre  
*Presidente del Instituto Nacional de Ecología*

Dr. Pablo Farías Campero  
*Director General del Centro de Investigación Ecológicas del Sureste*

Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Bióxido de carbono y cambio climático
- 1.2 La problemática del desarrollo y la conservación de áreas forestales
- 1.3 Teoría de incentivos económicos en base a la captación de carbono
- 1.4 Términos de referencia

### 2. ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1 El estudio de factibilidad
- 2.2 Descripción general del estado de Chiapas
- 2.3 Zona tzeltal: contexto socioeconómico y forestal
- 2.2. Zona tojolabal: contexto socioeconómico y forestal

### 3 METODOLOGÍA

- 3.1 Organización del proyecto
  - 3.1.1 *Curso Manejo forestal integral: una perspectiva sustentable*
  - 3.1.2 *Taller para el desarrollo de propuestas comunitarias*
- 3.2 Identificación de sistemas forestales y agroforestales
- 3.3 Estimación del potencial de captura de carbono
- 3.4 La metodología social
- 3.5 Estimación de los costos económicos de captura
- 3.6 El costo de oportunidad

### 4. RESULTADOS

- 4.1 Factibilidad técnica de los sistemas de producción forestal y agroforestales
  - 4.1.1 Sistemas propuestos para cada zona
- 4.2 Estimación del potencial de captura de carbono
- 4.3 Política forestal en Chiapas
  - 4.3.1 Apertura comercial y nueva Ley Forestal
- 4.4 Evaluación social: demografía del área inicial del proyecto
  - 4.4.1 Evaluación social: proyectos comunitarios realizados con anterioridad
  - 4.4.2 Evaluación social: beneficiarios del proyecto
  - 4.4.3 Evaluación social: organización social
  - 4.4.4 Evaluación social: relación interinstitucional
  - 4.4.5 Evaluación social: monitoreo y evaluación
- 4.5 Factibilidad económica de los sistemas forestales y agroforestales
- 4.6 Costos públicos y privados

### 5. CONCLUSIONES

### 6. ANEXOS

- Resumen de datos comunitarios de la zona tzeltal
- Resumen de datos comunitarios de la zona tojolabal

### 7. BIBLIOGRAFÍA

## 1. Introducción

La mayor parte de los procesos productivos, el transporte y los sistemas domésticos dependen de la energía derivada de los combustibles fósiles. Una consecuencia del uso de los combustibles fósiles es la emisión de óxido de carbono, principalmente dióxido de carbono. La emisión global del uso de dichos combustibles se ha incrementado en 3.5 veces desde 1950, y actualmente el volumen de emisiones se ubica en alrededor de 6.2 billones de toneladas por año. En este contexto se ubica la causa principal del incremento en la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, desde que ocurrió la revolución industrial.

La segunda causa del proceso de acumulación de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera es el cambio de uso del suelo. La deforestación anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 billones de toneladas de carbono por año; es decir, cerca del 20% del total de las emisiones antropogénicas.

En los últimos 10,000 años, la civilización se ha desarrollado en un periodo de relativa estabilidad climatológica. Durante este periodo, la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera se ha mantenido relativamente constante, es decir, en aproximadamente 280 partes por millón. El  $\text{CO}_2$  y algunas otras moléculas, tales como el vapor de agua, actúan como gases del efecto invernadero, absorbiendo una porción de los rayos infrarrojos provenientes del sol, manteniendo la superficie de la tierra lo suficientemente caliente. Mientras que las predicciones actuales acerca del incremento en la atmósfera de los gases que producen el efecto invernadero son ciertas, se necesita un mayor entendimiento de la interrelación de variables que determinan los procesos climáticos. El Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), recientemente predijo un aumento en la temperatura global que se ubica entre los 2 y 6 °C para fines del siguiente siglo. Asimismo, hay una creciente preocupación por el viento trastorno que sufriría el ecosistema global y los efectos de un aumento del nivel del mar, que pueden ocurrir en un mundo con mayor temperatura.

Toda la vegetación asimila  $\text{CO}_2$  atmosférico, por medio del proceso fotosintético, al formar carbohidratos y ganar volumen. Los árboles en particular, asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra. Por ello, la forestería puede compensar las crecientes emisiones de  $\text{CO}_2$  en dos formas:

a) Al crecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementando la masa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad en el proceso de almacenamiento de carbono en el largo plazo, la madera extraída debería convertirse en productos durables. Una vez que el árbol ha alcanzado su madurez, el carbono acumulado se mantendrá almacenado, pero el área muy pronto actuará como reservorio, debido a que el proceso de respiración y oxidación en un bosque maduro generalmente alcanza un balance por el efecto fotosintético. En el largo plazo, el carbono capturado tanto en sistemas forestales como en sistemas agroforestales puede alcanzar entre 80 y 350 tC/ha.

b) Protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Cuando se destruye el bosque, entre 50 y 400 tC/ha pueden ser liberadas a la atmósfera. Conservar los almacenes de carbono puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos sin son de largo plazo. Mientras que la protección de una área forestal puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de manejo de recursos, enriquecidos con esquemas de evaluación de proyectos para validar dicha protección.

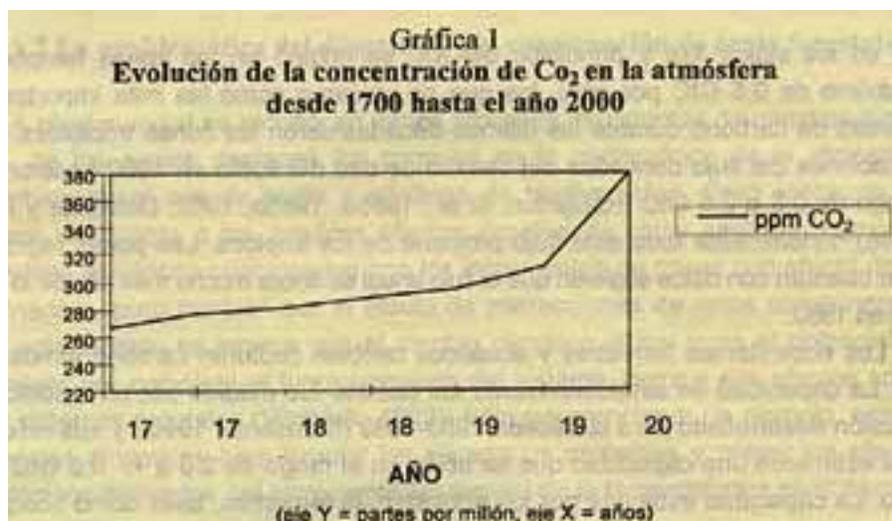
### 1.1 Bióxido de carbono y cambio climático

El clima a nivel mundial se está viendo afectado por cambio derivados de varias fuentes, las cuales incluyen la concentración de gases activos (del efecto invernadero), radiación solar, aerosoles y albedo.

Las emisiones resultantes de las actividades humanas han incrementado sustancialmente la concentración en la atmósfera de los así llamados gases del efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, fluorocarbonatos y óxidos de nitrato. Este incremento incidirá sobre el efecto invernadero, dando lugar a un calentamiento de la superficie de la tierra (IPCC, 1990).

Las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera son afectadas principalmente por dos procesos antropogénicos: emisión de  $\text{CO}_2$  por el consumo de combustible fósil, y por cambios en el uso del suelo, lo cual provoca deforestación. La concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$  se ha incrementado de 280 ppm a 350 ppm en los pasados 250 años, tal como indican las mediciones en el aire atrapado en el hiego de la estación Simple

ubicada en la Antártida, (Neftel, et. al., 1985) y por las mediciones directas en Mauna Loa, Hawaii (Keeling, et al., 1989): Algunas proyecciones indican que para el año 2100 la concentración podría alcanzar 630 ppm (Nordhaus, 1991), (Ver Gráfica 1)



**Fuente:** IPCC, 1995

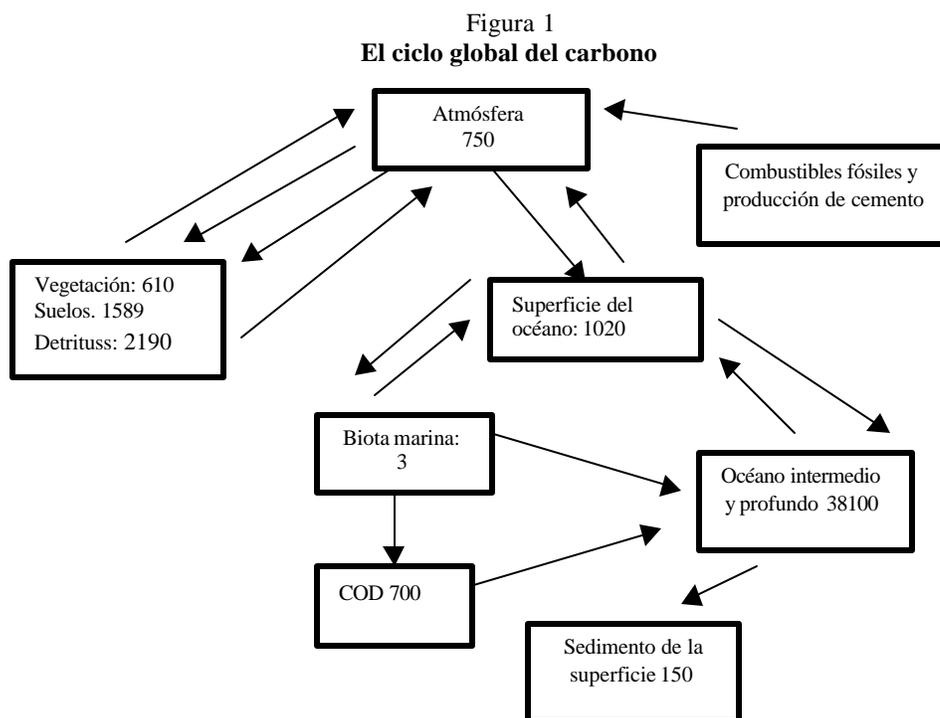
La incorporación global de CO<sub>2</sub> en la atmósfera como resultado del uso de combustibles fósiles, más las emisiones industriales como la producción de cemento, muestran un incremento exponencial desde 1896 (a un promedio de 4% anual), con una importante reducción durante las dos guerras y la crisis económica de los años treinta. La emisión promedio como resultado del uso de combustible fósil de 1980 a 1989, se estimó en 5.5 Gtc por año, mientras que la emisión promedio actual se calcula en 6.2 Gtc anual (IPCC, 1995).

En 95% de las emisiones industriales provienen del hemisferio norte, dominado ampliamente por países industrializados, en donde las emisiones anuales están por arriba de las 5 toneladas de carbono (tC) per capita (Rotty y Marland, 1986). En contraste la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> en la mayoría de los países en vías de desarrollo se ubican entre 0.2 y 0.6 tC per capita anualmente. De cualquier forma, la tasa relativa en los países en desarrollo se incrementa en aproximadamente 6% por año y se espera que en el futuro, tanto por su crecimiento económico como poblacional, estos países se convertirán en importantes emisores de CO<sub>2</sub> en la próxima centuria.

La vegetación y el suelo sin manejo forestal retienen de 20 a 100 veces más carbono por unidad de área que los sistemas agrícolas. De manera que la liberación de carbono a la atmósfera como efecto de los cambios en el uso del suelo, pero principalmente de la deforestación, entre 1850 y 1987 se ha estimado entre 80 y 150 GtC (Houghton and Skole, 1990). Los componentes de los flujos en la atmósfera son: 1) la quema asociada con los cambios de uso del suelo; 2) la descomposición de la biomasa *in situ* (raíces, tocones, ramas, hojarasca, etc.); 3) oxidación de la madera cortada (papel, madera, aserrín, etc.); menos 4) la regeneración de la masa vegetativa. Aunque el incremento de la liberación de carbono en los siglos XIX y principios del XX, se originó en las zonas templadas (máximo de 0.5 GtC por año), las que se ubicaron como las más importantes fuentes de carbono, durante las últimas décadas fueron las zonas tropicales. Estimaciones del flujo derivados del cambio de uso de suelo en 1980 tuvieron un rango de 0.6 a 2.5 GtC (Houghton, et al., 1985a, 1985b, 1988; Detweiler y Hall, 1988), virtualmente todo este flujo proviene de los trópicos. Las pocas regiones que cuentan con datos sugieren que el flujo anual es ahora mucho más alto de lo que fue en 1980.

Los ecosistemas terrestres y acuáticos también capturan carbono atmosférico. La capacidad de almacenamiento del océano fue medido por un modelo de difusión desarrollado para la década 1980-1989 (Sarmiento, 1990), y sus resultados estimaron una capacidad que se ubica en el rango de 2.0 a +/- 0.8 GtC

por año. La capacidad estimada por los ecosistemas terrestres, tales como bosques naturales maduros o pastos alcanzó la cifra de 1.6 GtC por año (Grace, comunicación personal): (Ver figura 2).



*\*Los números de las cajas indican el tamaño de cada reservorio en GtC. Cada flecha indica la magnitud del flujo en GtC/año. COD=carbono orgánico disuelto.*

## 1.2 La problemática del desarrollo y la conservación de áreas forestales

A nivel mundial se reconocen varios procesos importantes de cambios globales de los cuales destacan los cambios en la composición de la atmósfera, cambios en el uso de suelo y pérdidas de biodiversidad. Gran preocupación existe en cuanto a los posibles efectos directos de estos cambios, como los cambios climáticos relacionados con los incrementos de gases con efecto de invernadero, pero también por el efecto de interacciones de estos componentes. En este sentido se espera que el cambio climático global tenía el potencial de cambiar por completo el funcionamiento del sistema Tierra y sus efectos sobre los sistemas naturales (Vitousek, 1992). Sólo por mencionar un ejemplo, existen modelos dinámicos para simular los escenarios probables y prever los efectos biológicos derivados del incremento tendencial de la temperatura a nivel mundial (Gates, 1993).

En el mundo se incrementa también la preocupación por los efectos ecológicos negativos que se destacan en las tecnologías actuales del uso del suelo, especialmente las que requieren grandes cantidades de insumos no renovables y que inciden sobre la cobertura vegetal natural. Mientras la humanidad consume menos de 1% de la productividad primaria terrestre, ocupa o destruye casi 40% del área total disponible para producir sus bienes consumibles (Vitousek et al., 1986)

Problemas como la erosión del suelo y la degradación de la fertilidad del mismo a nivel de parcela, la pérdida de flora y fauna, los cambios en los sistemas hidrológicos a nivel regional; y las pérdidas en biodiversidad y las emisiones de carbono a nivel global, son algunos de los efectos directos detectables (De Jong y Montoya, 1994).

Las fuerzas que están detrás de los procesos de la deforestación son numerosas: incentivos gubernamentales para el desarrollo agrícola (Montoya, 1994), crecimiento de la población, cambios hacia sistemas productivos comerciales, desarrollo de infraestructura, sistemas inseguros de tenencias de tierra y de los recursos forestales, es decir, indefinición de los derechos de propiedad, entre otros (De Jong y Montoya, 1994).

Los análisis económicos para evaluar los sistemas productivos sólo incluyen los precios de los productos cosechables -como árboles en el caso de sistemas forestales-y en general no incluyen el valor que representa el remanente después de la cosecha ni los valores ecológicos de los sistemas.

En la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro en 1992, se adoptó una declaración no formal que enfatiza la importancia de incorporar los costos y beneficios ambientales en los mecanismos de mercado con el fin de lograr una mejor aceptación para la conservación y manejo sostenible de los recursos forestales a nivel local, nacional e internacional. Además los acuerdos hacen hincapié en que para disminuir los incrementos de niveles de emisiones de gases con efectos invernadero se puede descontar en los balances nacionales la captura que se genera a través de proyectos forestales financiados en cualquier lugar. Con estos acuerdos se abrió la posibilidad de incluir costos y beneficios ecológicos en los sistemas de manejo de los recursos naturales-en especial los recursos forestales-dado que representan los más altos niveles de servicios ecológicos, como son la captura de carbono y la conservación de biodiversidad, suelo y agua. Esto a su vez abre la oportunidad de incluir estos servicios ecológicos en los mecanismos de mercado.

Para el sector forestal implicaría un aporte sustancial en la relación de costos/beneficios en las áreas de producción de materia prima. Es decir, se puede establecer un acuerdo entre una institución que tiene la obligación de reducir sus niveles netos de emisión de carbono y un productor o grupos de productores forestales para manejar sus recursos forestales con uno de los fines: el secuestro de carbono. Dependiendo de los niveles de secuestro de carbono y el destino final de producto se puede calcular la cantidad total del carbono secuestrado en un tiempo definido, bajo diferentes escenarios de manejo.

### **1.3 Teoría de los incentivos económicos en base a captación de carbono**

El papel potencial del subsector forestal en el proceso de secuestro de carbono ha sido recientemente evaluado por numerosos autores (Marland, 1988; Andrasko et al., Houghton et al., 1991; Sedjo y Solomon, 1991). Aunque dichas evaluaciones son preliminares, los resultados sugieren que la conservación de recursos forestales, el establecimiento y el manejo forestal, así como las prácticas de agroforestería, podrían contribuir al secuestro global de carbono. En este contexto, es muy importante el papel de los dueños y poseedores de los recursos forestales en muchos países.

La silvicultura y la agroforestería pueden mitigar el calentamiento global de dos formas: conservando el stock de existencias de carbono en el recurso forestal, y por medio del establecimiento de nuevos reservorios de CO<sub>2</sub> a través de la reforestación.

Algunas estimaciones, desde el punto de vista biológico y económico, respecto al potencial de las prácticas de manejo forestal para controlar las concentraciones de dióxido de carbono son altamente especulativas o contradictorias. Por ejemplo (Dixon et al., 1993) proporciona una estimación gruesa de la potencialidad y viabilidad económica de la conservación y el secuestro de carbono, por medio de las prácticas de manejo forestal, de 1 tC/por año, en el mundo. El costo marginal de implementación de estas opciones se estimó en 10 dólares/tC. Otro autor, (Trexler, 1990) identificó una gama de políticas forestales opcionales para los Estados Unidos, que podrían contrarrestar los niveles de emisiones, ahorrando de entre 75 y 115 tC por año a un costo marginal de entre 30 y 50 dólares/tC. En el mismo tenor un vasto número de proyectos particulares financiados por empresas vinculadas a la generación de energía eléctrica ha calculado un costo de secuestro de entre uno y cinco dólares por tonelada de carbono (Swisher, 1991, Face, 1994).

### **1.4 Términos de referencia**

Los objetivos del estudio de factibilidad de secuestro potencial de carbono a través de proyectos de forestería social en dos regiones de Chiapas fueron:

1. Evaluar el potencial de captura de carbono por los diferentes sistemas forestales y agroforestales.
2. Elaborar un sistema de manejo integral de los recursos forestales apropiado a las técnicas de manejo en campo.
3. Diseñar un modelo de costos/beneficios de los diversos sistemas a desarrollar, y
4. Evaluar los factores socioculturales que influyen en la viabilidad de los proyectos forestales y agroforestales.

## 2. Área de estudio

### 2.1 El estudio de factibilidad

#### *Desarrollo Forestal Sustentable Captura de Carbono*

El estudio se realizó en cuatro comunidades tojolabales, en los municipios de Comitán y Las Margaritas y 5 comunidades tzeltales del municipio de Chilón, en el estado de Chiapas. La ubicación de los municipios aparece en los mapas 1 y 2.

### 2.2 Descripción general del estado de Chiapas

Chiapas forma parte de las 31 entidades federativas que integran la República Mexicana. Se localiza en la parte austral del territorio nacional y limita al norte con el estado de Tabasco, al sur con el océano Pacífico, al este con la República de Guatemala y al oeste con los estados de Oaxaca y Veracruz.

Su posición geográfica se encuentra entre los 14°39' y 17° 57' de latitud norte y 90° 22' y 94° 08' longitud oeste del meridiano de Greenwich.

El relieve del terreno de Chiapas es muy accidentado, montañoso, con alturas que van desde el nivel del mar hasta cuatro mil quinientos metros snm. En la superficie de su territorio alternan altas sierras, serranías, altiplanicies, cerros, valles, llanuras, colinas, mesetas, picos, lomas, desfiladeros, cañadas, cuencas, costas, etcétera.



Existen en el estado seis divisiones geológicas o regiones que se diferencian entre sí:

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1- Planicie Costera del Pacífico | 4- Meseta Central               |
| 2- Sierra Madre                  | 5- Montañas del Norte y Oriente |
| 3- Depresión Central             | 6- Planicie Costera             |



Las cuatro comunidades étnicas tojolabales se encuentran en la Meseta Central. Esta región geológica es un conjunto de aproximadamente 90 km en su parte más extensa y de 76 a 90 km en su ancho. La altiplanicie se localiza entre el relieve hacia la cuenca del Grijalva y los límites con las montañas de oriente y norte.

Las cinco comunidades tzeltales estudiadas se encuentran en las montañas del norte y oriente, que se extiende desde los límites de la altiplanicie del Golfo; su relieve es accidentado en forma de serranías, cuencas y cañadas. Las montañas septentrionales tienen un alto porcentaje de lluvias producto de las elevaciones del terreno, esta zona está considerada como la mayor humedad del país.

### 2.3 Zona tzeltal: contexto socioeconómico y forestal

#### Nombre de las comunidades, ejidos y municipios de la zona tzeltal

Comunidad	Ejido	Municipio	Población
Chapuyil	San Sebastián Bachajón	Chilón	120 Habitantes
Segundo Cololteel	San Sebastián Bachajón	Chilón	278 Habitantes
Alan Cantajal	San Sebastián Bachajón	Chilón	97 Habitantes
Muquenal	San Sebastián Bachajón	Chilón	262 Habitantes
Jol-Calculhá	San Sebastián Bachajón	Chilón	150 Habitantes

Las cinco comunidades tzeltales de estudio forman parte de los ejidos San Sebastián Bachajón y San Jerónimo Bachajón del municipio de Chilón, que se ubica en la parte noreste del Estado, como ya se indicó arriba. La cabecera municipal se localiza a 17° 6' 13" latitud norte 92° 17' 1" longitud oeste y a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar.

De las comunidades participantes todas son de tenencia ejidal, con predominancia de terrenos repartidos entre ejidatarios; aun cuando en Jol- Cacaullhá existe una extensión de 500 hectáreas comunales.

En dicho municipio el 97.1% de los habitantes son indígenas, mismos que hablan como lengua natural e tzeltal, al tiempo que el 47% de éstos no hablan español.

Entre los factores biofísicos que influyen en el uso del suelo se incluye la geomorfología consistente en altos y bajos relieves, que le dan un aspecto accidentado entre cordilleras, cerros o montañas. En sus diversos suelos corren ríos y arroyos. El clima ha sido clasificado como cálido-húmedo que varía con la precipitación pluvial; cabe destacar que la precipitación pluvial media anual es de 3 087 mm, los torrenciales de lluvia se presentan en los meses de septiembre y enero, y lo hacen en dirección noroeste. La temperatura alcanza su menor intensidad a una temperatura de 9.5 °C. En los meses de verano oscila entre 34 y 36 °C.

La superficie regulariza en el municipio por uso actual del suelo alcanza las 157,283 ha (INEGI, 1990). Los poblados están dispersos o semidispersos y se utilizan el suelo para la producción agrícola. El sistema de roza-quema es practicado para los cultivos de maíz asociado con frijol y chayote, produciendo milpa de año y vez en algunas localidades. En lo pecuario, en la región baja existe producción generada, practicándose en todas las comunidades la cría de aves, porcinos y otros. La ganadería porcina de explotación familiar de traspatio domina sobre la ovina, caprina y bovina. Cabe destacar que el cultivo del café en asociación con plátanos, cítricos, guayabas, zapote y aguacate, producido bajo un sistema rústico, es el más importante.

No se reportan áreas forestales ni producción de maderables en los censos, aunque en realidad, se encuentran pequeños fragmentos de selva perennifolia, primaria y secundaria, con altos niveles de perturbación, de donde se extraen leña, frutas silvestres, horcones para construcción de viviendas y plantas medicinales para autoconsumo y venta local entre comunidades. (Para mayor información véase el apartado de anexos.)

### 2.4 Zona tojolabal: contexto socioeconómico y forestal

#### Nombre de las comunidades, ejidos y municipios de la zona tojolabal

Comunidad	Ejido	Municipio	Población
Jusnajib	Jusnajib	Comitán	672 habitantes
Yalumá	Villahermosa	Comitán	1954 habitantes
Lomantán	Lomantán	Las Margaritas	787 habitantes
Palma Real	Palma Real	Las Margaritas	320 habitantes

Las comunidades tojolabales están ubicadas cerca de la carretera asfaltada que comunica Comitán y Altamirano en los municipios de Las Margaritas y Comitán.

El municipio de Las Margaritas se localiza en el extremo este del Estado. La cabecera municipal se sitúa a 16° 18' 04" latitud norte y 91° 56' 01" longitud oeste. Su altitud promedio es de 1500 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Comitán se localiza al este del Estado. La cabecera municipal se sitúa a 16° 15' 3" latitud norte y 92° 7' 57" longitud oeste, a una altura promedio de 1600 metros sobre el nivel del mar.

Todas las comunidades están pobladas por indígenas de la etnia tojolabal; sólo en el municipio de Las Margaritas se habla el idioma original, mientras que los hombres hablan el español como segunda lengua.

En las Margaritas el 78.5% de tierra es ejidal, el 3.3% comunal y el 13.8% propiedad privada. En este marco, existen 473 predios de los cuales 213 son ejidales y 11 comunales (Gobierno del Estado de Chiapas, 1993).

Entre los factores biofísicos que influyen en el uso del suelo se encuentran las zonas bajas y planas en las que las pendientes varían de 1-10%, debido a la ondulación leve del terreno. Existen también laderas calizas con pendientes regulares que van de 25-37%. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, y semicálido subhúmedo; con una temperatura media de 18 °C y una precipitación anual de 1200 mm. Los suelos son de origen cretácico superior de rocas sedimentaria y caliza, son clasificados como luvisol moderadamente ácidos y erosionados así como vertisol, litosol y acrícol. En las áreas que bordean el valle se encuentran bosques de pino, de pino-encino y matorrales de encino; en los valles propiamente dichos existen cultivos anuales de clima templado, pastizales inducidos y frutales caducifolios.

Los centros de población son compactos cerca de la carretera y semidispersos en las periferias del valle. El maíz es el principal cultivo anual donde se presenta el uso de yunta a tractor. La ganadería bovina, ovina y porcina se da en pastizales inducidos y huertos familiares, estando presente la extracción de leña para el autoconsumo y de madera comercial utilizando motosierras.

Una actividad que refleja la importancia del sector secundario es, por ejemplo, la que se efectúa en torno a la madera. En efecto, en la cabecera municipal de Comitán se localizan tres fabricas de muebles pertenecientes a la iniciativa privada y un aserradero. La demanda que se genera en estos establecimientos se abastece principalmente del municipio de Las Margaritas. (Para mayor información, consulte los anexos incluidos al final de este trabajo.)

### **3.3. Metodología**

#### **3.1. Organización del Proyecto**

El proyecto se dirigió principalmente a los socios de la Unión Pajal Ya Kac'tic; para seleccionar a las comunidades que participaron en él, se tomó en cuenta al interés por el proyecto, la presencia de masa arbolada y el área de influencia. La promoción se dio a través de asambleas generales o reuniones de socios, según el porcentaje de miembros que se encuentra en cada comunidad. En cada instancia se aclaró que el proyecto funcionaría mejor con la incorporación de toda la comunidad, de manera que el acuerdo para participar en el estudio fue tomado por los participantes de las asambleas, cuando no había quórum se programaba una segunda reunión.

Fue en este contexto que se nombraron los promotores comunitarios o representantes de comunidad. Cabe señalar que se utilizaron folletos para la promoción.

El estudio fue promovido señalando que: a) se obtiene un beneficio mayor de una producción forestal sostenida cuando se toman en cuenta los factores ambientales y sociales; y b) que una propuesta de programa agrosilvícola decidida por los miembros de la comunidad es con el fin de asegurar su viabilidad.

Se enfatizó la necesidad de planificar con la participación de todos los sectores de la comunidad para asegurar la distribución de beneficios con equidad y evitar conflictos internos. Se adelantó la idea de que se obtiene mayores ganancias si se implementa un proceso de aprovechamiento integral de la madera, que si se vende en pie o en estado primario, y finalmente se explicó el concepto de factibilidad técnica, social y económica, concepto que involucra un estudio realizado por asesores externos a la comunidad.

##### **3.1.1. Curso Manejo forestal integral: una perspectiva sustentable**

Durante una semana (del 27 de febrero al 4 de marzo) se organizó un curso de orientación, que incorporó elementos de orden técnico, social y económico. Aquí se utilizaron técnicas de evaluación rápida por parte de los asesores y los productores, lo que permitió configurar un diagnóstico preliminar de las comunidades y facilitó el diseño de propuestas posteriores por parte de los investigadores.

Los siguientes meses se dedicaron a la recolección de información documental y de campo para fortalecer los diagnósticos comunitarios, identificar las opciones más factibles para el desarrollo de sistemas agrosilviculturales y su relevancia en términos sociales y económicos.

Durante este periodo, la Unión y los participantes comunitarios realizaron actividades tendientes a estimular el interés en los procesos de incorporación de recursos forestales en sus esquemas productivos. Se visitó el vivero San Juan Copalar, ubicado en el municipio de Comitán al tiempo que se adquirieron 14,000 árboles de dicho vivero para los participantes tojolabales. Por otra parte, se realizó una visita al Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal (CECAF), localizado en Macuspana, Tabasco, donde los participantes tzeltales tuvieron oportunidad de conocer varios sistemas agroforestales.

##### **3.1.2 Taller para el desarrollo de propuestas comunitarias**

A principios de junio (1,2 y 3), se realizó el taller de formulación y análisis de las propuestas comunitarias. Los participantes presentaron sus propósitos para la producción de plántulas, niveles de densidad por unidad física, sistemas silviculturales y agroforestales, prácticas culturales, aprovechamiento y transformación de la producción forestal, cuidando los aspectos técnicos, sociales y económicos. Los investigadores fungieron como asesores.

Cabe señalar que a este taller sólo asistieron 4 comunidades de la zona tojolabal y faltaron los representantes del ejido Bajucú, debido a problemas que surgieron al interior de la comunidad.

#### **3.2 Identificación de los sistemas forestales y agroforestales**

Se visitaron las comunidades para conocer las condiciones físico bióticas que prevalecen en cada zona y se realizaron entrevistas a los pobladores.

Posteriormente se organizaron un curso y un taller, con dos representantes por comunidad de las zonas tzeltal y tojolabal. Durante el curso, los productores presentaron las condiciones ambientales que predominan en su comunidad, mostraron el uso del suelo por medio de mapas por comunidad, así como las

especies presentes en sus parcelas y la forma de manejo actual. También expusieron su problemática productiva y las alternativas forestales y agroforestales que consideran factibles.

Durante el taller se hizo un cuadro de resumen, para el que se les solicitó la información sobre las siguientes variables por comunidad: 1) superficie que tienen como potencial para sembrar árboles : 2) qué árboles desean sembrar; 3 en qué sistemas productivos tienen superficie disponible; 4) en qué arreglo le gustaría sembrarlos; 5) a qué distanciamientos; 6) la forma de reproducción de la especie; y 7) disponibilidad de semilla (épocas del año y abundancia).

### **3.3. Estimación del potencial de captura de carbono**

Hay muchas dificultades para estimar la cantidad de carbono que puede ser capturado o conservado en un proyecto forestal determinado, aunque, por otra parte, hay algunas aproximaciones alternativas para evaluar el carbono secuestrado. Estas dificultades son múltiples en el contexto de proyectos forestales comunitarios.

En efecto, es relativamente fácil medir el carbono almacenado en árboles en crecimiento en un sistema de plantación forestal. Se sabe que el carbono contenido en la biomasa es aproximadamente el 50% del peso seco, ya que existen técnicas adecuadas para medir o monitorear el progreso de captura de carbono tanto en plantaciones comerciales como en masas de árboles viejos. De cualquier forma, en donde existen proyectos que implican el crecimiento de múltiples especies de diferentes edades, estructurados en complejos arreglos con cultivos anuales o perennes, como es el caso de los sistemas agroforestales, la predicción de la acumulación de biomasa se torna más difícil. Asimismo, no hay certeza respecto al carbono capturado en los productos maderables utilizados para la construcción o de madera que pueda tener una vida prolongada y, por ende, hacer las veces del almacén de carbono frente, por ejemplo, a la madera para pulpa. En el contexto de silvicultura comunitaria, es de esperar que los árboles proveerán múltiples productos finales: leña, vigas, horcones, madera, corteza, etcétera; cada producto con diferente cantidad de carbono almacenado y vida esperada.

Por otra parte, el comportamiento del carbono del suelo no se comprende muy bien aún. Mientras que muchos suelos que han sido transferidos de la agricultura a la silvicultura acumularán carbono bajo la cubierta vegetal, suelos con alto contenido orgánico pueden emitir cantidades sustanciales de carbono si son alterados.

A pesar de los métodos adecuados que existen para evaluar las cantidades de carbono almacenado en ecosistemas forestales naturales en un momento determinado, las estimaciones incluyen algunos elementos de incertidumbre inherentes. Por ejemplo, la evaluación debe terminar si las medidas de conservación aplicadas en un lugar no causará presión sobre el bosque en otro sitio, y si estas medidas serán suficientes para asegurar la conservación de las masas forestales a largo plazo, o si las acciones propuestas servirán solamente para retardar las emisiones de carbono. En el contexto social, en donde las comunidades son los principales actores tanto en la conservación como en la transformación del bosque, la heterogeneidad social, económica y política a nivel local, hace que todos los factores mencionados sean muy variables.

Considerando lo anterior, en la zona tojolabal, también conocida como zona de Lucha Campesina (Comitán y Margaritas), se inventariaron los árboles en los bosques maduros, petrereros con árboles y acahuales con el método de vecino más cercano (*Wandering Quarter Method*, Catana, 1963). Con esta metodología se puede estimar la densidad poblacional de cada especie arbórea y su contribución al área basada. En el método que aplicamos, se selecciona el primer punto al azar y de allí se toma el árbol más cercano. A partir de él, se mide la distancia al árbol que le sigue, en un ángulo de 180°. De este último, se mide la distancia al siguiente árbol más cercano, dentro del mismo ángulo, en la misma dirección continuando así hasta que se mide la distancia entre más de 50 árboles (en nuestro caso entre 60-80 árboles por línea). En el registro de cada árbol se incluyen el diámetro normal ( a 1.30 m) y el nombre de la especie. En cada condición se tomaron entre 3 y 5 líneas. El incremento medio anual (IMA) de los pinos se determinó dividiendo el diámetro normal por el número de anillos encontrados en las virutas que se sacaron (con un taladro de Pressler) de cada décimo árbol del inventario (cada anillo representan un año). Para el intervalo de confianza del IMA se utilizó el 95% de confiabilidad. Con datos de biomasa total presentados en la literatura se calculó una fórmula de regresión entre el diámetro normal (parámetro independiente) y la biomasa total (parámetro dependiente) con el programa Systat, versión 5.0. El modelo estadístico se utilizó para calcular la biomasa total de los pinos. Para la conversión de biomasa a carbono se multiplicó la biomasa por el factor 0.5.

La estimación de carbono capturado de las latifoliadas se calculó con las siguientes fórmulas:

Para las latifoliadas en la zona tojolabal:

$$C_{\text{árbol}} = 0.5 \cdot (34.4703 - 8.0671 \cdot \text{DAP} + 0.65889 \cdot \text{DAP}^2) \quad (\text{Para las zonas secas, Brown, 1989}).$$

Para las latifoliadas en la zona de Chilón:

$$C_{\text{árbol}} = 0.5 \cdot (13.2579 - 4.8943 \cdot \text{DAP} + 0.6713 \cdot \text{DAP}^2) \quad (\text{Para las zonas húmedas, Brown, 1989}).$$

$C_{\text{árbol}}$  = cantidad de carbono almacenado por árbol

DAP = diámetro normal

La estimación de IMA para la zona de Chilón (tzeltal) se definió calculando los diámetros promedio de los diez árboles más grandes de especies de rápido crecimiento en cada acahual con una edad conocida, para establecer una relación entre el promedio de diámetro y la edad del acahual. Se tomaron sólo los diez árboles más grandes de especies de rápido crecimiento, para asegurar que estos son los árboles que entraron en el acahual después de dejar la milpa. El IMA, entonces, es el promedio de diámetros encontrados dividido por la edad del acahual.

El IMA de las diferentes zonas, los grupos de especies, el número de años de la rotación y las fórmulas de estimación de carbono se utilizaron para calcular el potencial de captura de carbono de los árboles en los diferentes sistemas propuestos en la siguiente forma:

$$\text{Potencial} = N \text{ (No. de árboles)} * C_{\text{árbol}} \text{ (en } X \text{ años de rotación)}$$

Para la zona tojolabal se definieron 30 años para la rotación y 25 para la zona del municipio de Chilón

### **3.4 La metodología social**

Los métodos utilizados para la obtención de datos siguieron la metodología de investigación participativa que fue diseñada específicamente para el proyecto. Representantes de las comunidades fungieron como informantes e investigadores. Como informantes, proporcionaron datos sobre los sistemas sociales, culturales, económicos y de producción de las comunidades. En caso de no contar con información específica, como datos demográficos o de superficie de tierras, tomaban el papel de investigadores y buscaban las cifras en los libros municipales, archivos escolares o expedientes de clínicas de salud.

Estos representantes respondieron encuestas sobre variables sociales utilizando tres herramientas: una inicial escrita, la discusión en grupo y una serie de preguntas abiertas. La encuesta escrita inicial registró datos socioeconómicos básicos que incluyen demografía, sistemas de producción, tenencia de la tierra, historia de la comunidad y estructura política municipal. En el primer curso de capacitación, veinte productores (dos representantes de cada comunidad) asistieron durante cuatro horas a una discusión guiada de grupo sobre los componentes durante cuatro horas a una discusión guiada de grupos sobre los componentes sociales y organizativos de un proyecto forestal. El sociólogo guió a los representantes en un análisis sobre las organizaciones y los grupos de sus comunidades que pudieran apoyar o interferir en el proyecto forestal; asimismo, dirigió una evaluación de proyectos anteriores de la comunidad y las razones de sus logros o fracasos, y condujo una discusión sobre diversos diseños para trabajar en conjunto la organización comunal, grupal e individual. Finalmente, los representantes regresaron a sus comunidades con una serie de preguntas abiertas relacionadas con el papel de Pajal, el conflicto comunitario y los planes de expansión del proyecto.

La recolección de datos para el proyecto de agroforestería con mujeres en jardines se realizó con dos representantes femeninas de cada localidad y en reuniones de mujeres en cada comunidad. Las mujeres representantes respondieron un cuestionario sobre su experiencia en cuanto a la siembra de árboles, recolección de leña y su uso, el uso actual de los árboles y el diseño de planes para el proyecto, incluyendo especies de árboles, superficies y necesidades de capacitación. En cada comunidad, las mujeres interesadas en el proyecto agroforestal se reunieron para discutir los tópicos mencionados anteriormente, para aclarar los vínculos institucionales y calendarizar el proyecto.

La fortaleza de la metodología se debe a que los miembros de la comunidad recopilaron sus propios datos y los utilizaron para planear los proyectos forestales. El punto débil de la metodología está en que el sociólogo no tuvo virtualmente contacto directo con la comunidad (apenas unas horas de visita en cada una). Fue imposible realizar una triangulación de datos; sin embargo, la aplicación periódica de encuestas a los

representantes y al equipo del proyecto (quienes mantuvieron una presencia semanal en las comunidades) permitió verificar en cierta medida la validez de los datos.

### 3.5 Estimación de los datos económicos de captura

Se estimó el costo de implementación a partir de los precios corrientes, incorporando los rubros de insumo, mano de obra y adquisición de herramientas (costos fijos). Asimismo, se estimaron los costos por las actividades de limpia, poda, resiembra y aclareos.

Para los efectos del costo de la mano de obra, se consideró el salario mínimo regional y para la conversión a dólares, se tomó un tipo de cambio de 6 pesos por dólar.

Los cálculos se hacen en término de costos por unidad de superficie, en este caso una hectárea. Para incorporar en algunos sistemas propuestos los costos de producción, se utiliza el concepto de costos de oportunidad, por el que se entiende el costo que implicaría implementar o sustituir pequeñas plantaciones con recursos maderables o agroforestales, sacrificando otro cultivo, principalmente el maíz. Difícilmente en la zona tzeltal sustituirán café por árboles. Dicho costo estaría asociado a los niveles de productividad de biomasa, de manera que a mayor producción de biomasa, menor costo. Estaría determinado también por la especie, los gastos de operación y el cuidado, menores costos de captura, y a menores costos de mano de obra, de insumos y de transportes de plántulas, menores costos totales.

Para calcular los costos de producción de una unidad de superficie se considera:

$$C_i + C_m + C_o = C_{ec}$$

en donde:  $C_i$  = costos de implementación  
 $C_m$  = costos de manejo  
 $C_o$  = costos de oportunidad  
 $C_{ec}$  = costos económicos de captura

Suponemos que hay una cantidad inicial del recurso tierra y, por lo tanto, no se requiere del pago de una renta. Para la obtención de los costos totales de captura de una tonelada de carbono (tC) por hectárea de superficie se parte de una rotación de 30 años para la zona tojolabal y de 25 para la zona tzeltal.

De manera que:

$$C_{TtX} = C_{ec} / Cap T$$

en donde  $C_{TtC}$  = costo total de implementación y manejo forestal  
 $CapT$  = captura total de carbono

A continuación se muestran un ejemplo de cálculo de los costos:

Cuadro 1  
**Sistema: acahual con brechas de 50 arbolitos en la zona tojolabal**  
**Total: 700 arbolitos por hectáreas**

Actividades	Mano de obra		Herramientas	
	Jornales	N\$	Unidad	Precios
<b>Recolección</b>				
Carga y descarga de árboles	3			
Flete		45		400
<b>Siembra</b>				
Aclareo de brecha	6	90		
Barreta			1	140
Excavahoyo			1	200
Machete			1	30
Pala			1	30
Lima			2	32
Carretilla			1	300
Postes			200	1000
Alambre			5	1000
Grapas			7	35
Martillo			1	40
Pegado alambre	5	75		
Parado postes	5	75		
Hoyos	18	270		
<b>Limpia</b>				
Machete				
Azadón			1	30
Limpia	15	115		
<b>Resiembra</b>				
Resiembra	9	135		
<b>T O T A L</b>		<b>915</b>		<b>3237</b>

### 3.6 El costo de oportunidad

Ya que los campesinos de estas zonas son principalmente productores de maíz para autoconsumo, se calculó el costo de oportunidad en función del gasto necesario para reemplazar el maíz cultivado, menos los recursos de producción liberados:

$$\text{El costo de oportunidad anual} = Ra * Pm - (Vm + JI * Vj)$$

en donde: Ra=rendimiento probable de maíz  
Pm=precio de compra de maíz  
VI= valor de materias liberados  
JI= jornales liberados  
Vj= valor de jornal

## 4. Resultados

### 4.1 Factibilidad técnica de los sistemas de producción forestales y agroforestales

#### Zona tzeltal

Las comunidades que integran esta región presentan un uso del suelo agrícola, pecuario y forestal más o menos integrado. El uso agrícola está dado principalmente por el cultivo de milpa –sistema en el que integran maíz, frijol y calabaza- y el sistema de café. El uso pecuario se caracteriza por la crianza de porcinos y, de manera secundaria, por la ganadería bovina. El uso silvícola se da principalmente a través de la extracción de maderas y otros productos no maderables de la vegetación primaria y secundaria. Este último sistema se relaciona fuertemente con la producción de milpa, pues todavía se practica el sistema de agricultura migratoria por medio del cual se produce el maíz, frijol y calabaza, dejando a la vegetación natural en descanso (acahual) de tres hasta más de veinte años y regresando a cultivar el mismo sitio después de ese periodo. En esta fase de sitio recupera su fertilidad, pero la continuidad de este sistema depende de la cantidad de tierra que posee la población campesina de la zona.

Actualmente el sistema de agricultura migratoria se practica en una menor proporción en comparación con el sistema de uso continuo. La tendencia generalizada es hacia la intensificación del uso del suelo, obligada por la reducción de tierra per capita, proceso que se ha originado al incrementarse la población campesina. De 20 ha con las que fueron dotados originalmente como ejidatarios, se ha reducido en promedio a 8 ha por campesino. Esto ha provocado que fraccionen la tierra en parcelas cada vez más pequeñas, ya que los padres heredan una parte de su parcela a sus hijos. Así, una familia puede tener una hectárea para la producción de maíz, tres ha para la de café, 0.25 ha para ubicar su casa y el resto –generalmente en forma comunal con las parcelas de todos los ejidatarios que conforman el ejido- constituyendo un área de vegetación primaria, acahuales o potreros (según sea el tamaño de los árboles presentes y el uso del suelo) y que, en el mejor de los casos, forma una reserva para obtención de productos para el autoconsumo como materiales de construcción, aserrío, leña, postes, etcétera.

El proceso de intensificación del uso del suelo, ha imposibilitado rotar los terrenos cultivo-barbecho-cultivo como se hacía anteriormente. En este proceso ha coadyudado el uso de fertilizantes y herbicidas, que aligeran el trabajo que se requiere para mantener sin maleza las parcelas y constantes los rendimientos. El promedio de productividad que se obtiene en las parcelas de uso continuo es de 1 ton ha<sup>-1</sup> de maíz y unos 400 kg ha<sup>-1</sup> de frijol, además de algunos otros productos como son la calabaza y otros complementarios a la dieta familiar. Este patrón de uso de suelo ha impactado seriamente los bosques, los cuales se observan muy deforestados en la zona.

La principal vegetación que se encuentra en la región son matorrales y acahuales que tienen un buen potencial de ser reforestados. Actualmente se hallan diversas especies cuyos nombres científicos y locales son: roble (*Quercus* sp.), corcho (*Heliocarpus donnell-smithii*), chalum (*Inga* sp.), coquité, zapote rojo (*Pouteria mammosa*), chicle (*Manikara achras*), pomarroza (*Eugenia jambos*), guayaba (*Psidium guajava*), liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), cedro (*Cedrela odorata*), encino (*Quercus* sp.), hormiguillo (*Cordia alliodora*), posite (*Blepharidium mexicanum*), guayacán (*Tabebuia guayacan*), tzelel, chinino (*Persea schiedeana*), palo mulato (*Bursera simaruba*), luluy (*Spondias purpurea*), papelillo (*Trophis racemosa*), chit, pajulté (*Simaruba glauca*), guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), ceiba (*Ceiba* sp.); canshan (*Terminalia amazonia*), barí (*Calophyllum brasiliense*) y chanté (*Gliricidia sepium*).

El cultivo del café es importante en la región y está presente en las elevaciones de las fajas montañosas. Se cultiva con sombra principalmente de chalum (*Inga* sp.). Otras especies presentes como sombra son el tzelel, coquité, yonchuch, chiit y cedro, aunque en muy baja densidad, comparadas con el chalum. También se observan frutales como el plátano, la guayaba y la pomarroza en los cafetales. El café se cultiva a bajas densidades y en general no se usan fertilizantes.

Actualmente los cafetales están abandonados, debido a los bajos precios internacionales del café de los tres años anteriores; a tal grado que algunas comunidades prefieren sustituir café por especies maderables.

El sistema de ganadería se ha desarrollado poco en la zona, pues ha encontrado escaso apoyo institucional y además compite por espacio con las demás formas de uso de suelo; sin embargo, los campesinos mencionan que tienen interés en desarrollar esta actividad de una manera alternativa, más intensiva, usando forrajes de especies arbóreas fijadoras de nitrógeno, presentes en la vegetación secundaria y en los potreros, al tiempo que se liberan áreas de pastizal para su incorporación como áreas de plantación de especies maderables o bien, como manejo de la regeneración natural del bosque.

El uso silvícola se desarrolla en la vegetación primaria y en los acahuales (vegetación secundaria en barbecho). Se caracteriza por la extracción de tablas, postes, vigas, reglas y otros productos complementarios para el autoabasto. Para la extracción de madera y materiales de construcción se usa el hacha y la motosierra.

En general las áreas de bosque son muy reducidas y están deforestadas. Las especies más importantes para madera son: barí (*Calophyllum brasiliense*) canshan (*Terminalia amazonia*), zapote, hormiguillo (*Cordia alliodora*), caoba (*Swietenia macrophylla*), guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), roble (*Quercus* sp.), encino (*Quercus* sp.), liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), cedro (*Cedrela odorata*), cacaté (*Oecopetalum mexicanum*) guyacán (*Tebeuiba guayacan*), popiste (*Blepharidium mexicanum*), zapote mamey (*Mammea americana*), chiquiniv (*Quercus* sp.) y guapaque (*Dialium guianense*).

### **Zona tojolabal**

En esta zona, al igual que en Chilón, están presentes tanto el uso agrícola como el pecuario y forestal. La superficie promedio por familia es de 3.8 ha, razón por lo que se tiene una presión por la tierra mucho más fuerte que en el área de Chilón.

El uso agrícola se restringe a la producción de maíz y frijol. La mayor parte de los campesinos usa el suelo continuamente para la producción de estos granos básicos. Son pocos los que cultivan todavía bajo agricultura migratoria o bajo roza-quema, se apoyan con el uso de herbicidas y fertilizantes para mantener la productividad de los terrenos. Consiguen cosechar alrededor de 1 ton ha<sup>-1</sup> de maíz y 400 kg ha<sup>-1</sup> de frijol

La ganadería es importante sólo a nivel familiar, pues cada unidad posee de tres a cuatro cabezas de ganado bovino que le sirven como ahorro, disponible cuando lo necesiten. Este ganado está en áreas comunales constituidas por matorrales, acahuales y pastizal.

El uso forestal es de tipo extractivo, principalmente para autoabasto, aunque mencionan que suelen vender tablas, vigas y postes en cantidades pequeñas para obtener dinero en efectivo, siempre y cuando tengan el permiso de la comunidad. También es importante la obtención de la leña de los acahuales. La extracción se lleva a cabo con motosierra.

Las principales especies que conforman la vegetación secundaria son: roble, pajulul, canté, vilil, ciprés y pino. Mencionan que por parte de las instituciones han tenido intención de introducir algunas especies maderables y que “el eucalipto puede tener buen potencial de crecimiento y rendimiento, pero no le tienen mucha confianza pues no lo conocen.”

Los campesinos de ambas zonas propusieron varios sistemas forestales y agroforestales. Como se aprecia en el Cuadro 4, algunos son más recomendables que otros:

Cuadro 2  
**Sistemas propuestos por los campesinos de las zonas  
 tzeltal y tojolabal y su factibilidad técnica**

Sistema	Factibilidad técnica
<b>Zona tzeltal</b>	
Potreros con postes vivos de chanté como cerco y árboles dispersos cada 2m de distancia	XXX
Potreros con cedro, caoba y pino	XX
Acahuals reforestados con pino y ciprés	0
Acahuals reforestados con barí, canshan, zapote, caoba, guanacastle,	XX
Acahuals reforestados con cedro, baril	XXX
Cafetal con pino y ciprés	0
Cafetales asociados con macadamia	0
Sustitución de cafetal por maderables	0
Cafetales reforestados con caoba y guanacastle, guapaque y roble	XX
Cafetales asociados con frutales	XXX
Cafetales reforestados con cedro y horiguillo	XXX
Maíz con cedro tipo Taungya	XXX
Huertos con frutales	XXX
Maíz con cercos vivos de Chanté	XX
<b>Zona tojolabal</b>	
Acahual reforestado con pino, ciprés y naculpat	XXX
Huerto con árboles frutales	XXX
Potreros reforestados con pinabeto, pino, ciprés, pajulul y roble	XXX
Milpa asociada con árboles frutales dispersos de durazno y manzana	XX
Milpa con ciprés tipo Taungya	XXX
Milpa con cercos vivos	XXX
Cercos vivos de colorín para formar terrazas en la milpa	XX
Reforestación de acahuals o manejo de la sucesión secundaria	XXX
Huertos con frutales	XXX

XXX: altamente recomendable XX: mediamente recomendable 0: No recomendable

Algunos de los sistemas que no son recomendables debido a las siguientes razones, analizadas para cada zona:

### **Zona tzeltal**

1. El pino y el ciprés en áreas de trópico húmedo a subhúmedo pueden tener baja sobrevivencia y lento crecimiento. En el sistema de café no ofrecen una sombra adecuada para el café y la caída de acículas (hojas) puede acidificar el suelo, creando condiciones adversas para la producción del grano como se ha comprobado en otros sistemas y regiones similares (Sánchez, 1981).

2. Las especies canshan, zapote, caoba, guanacastle, chicle, popiste y ash tienen crecimiento muy lento comparadas con el cedro y el hormiguillo (según la experiencia de los productores).

3. El hule sembrado en poco terreno no tiene sentido en términos de mercado.

4. El *Oecopetalum mexicanum* y el chino (*Persea schiedeana*) pueden sembrarse como complementarios pero no como cultivos principales pues no son frutales de mercado restringido y sus precios son muy bajos.

5. La macadamia sembrada en poco terreno no tiene sentido en términos de mercado. En esta área se conoce poco y no hay mercado. Además es un árbol de porte mediano que no funcionaría bien para sombra de café y tiene altos requerimientos nutricionales. Debe sembrarse como plantación pura o bien mezclada con cultivos de porte más bajos.

6. Los productores, precionados por el bajo precio internacional del café, creen que sería una opción sustituir cafetal por maderables, pero sería preferible asociarlos y tenerlos al mismo tiempo. Así se revaloriza el cafetal y las maderables constituyen una fuente más de recursos, pero no en sustitución del grano. Sustituir el cafetal aumenta el riesgo sin beneficios a mediano plazo.

7. Caoba (*Swietenia macrohylla*), guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), roble (*Quercus* sp.) y guapaque, (*Dialium guianense*) tienen lento crecimiento (según apreciación de los productores).

8. Falta experimentación en la zona para desarrollo de maíz asociado con árboles.

### **Zona tojolabal**

1. La asociación con árboles frutales podría reducir, en el corto plazo, los rendimientos del maíz, sin embargo pueden sembrarse algunos árboles dispersos de frutales en la milpa, pero difícilmente puede proponerse un sistema que además sea atractivo para la capacitación de carbono.

2. Los árboles maderables en el cerco de la limpia podrían reducir también los rendimientos del grano, principalmente por competencia por luz y nutrientes del suelo. Sin embargo, podrían disponerse árboles distanciados de tal manera que no interfieran demasiada con el cultivo. Los árboles deberían ser fertilizados así como el maíz para no reducir los rendimientos.

3. Es factible la disposición en cerco vivo de algunos árboles leguminosos, fijadores de nitrógeno. Estos deben ser de porte bajo, de copas alargadas en vez de extendidas, de raíces profundas pero no extendidas y deben mantenerse bajo poda; sin embargo, hace falta experimentación (Kass, *et al.*, 1989; Soto Pinto *et al.*, 1993).

En un segundo taller se afinaron las propuestas y se dio asesoría técnica para definir la potencialidad y la factibilidad de las propuestas. Estas se describen a continuación.

#### **4.1.1 Sistemas propuestos para cada zona**

##### **Zona tzeltal**

###### *Sistema de acahual mejorado con cedro, barí y hormiguillo*

Consiste en franjas de 2 m de ancho en donde se cultivan árboles de cedro (*Cedrela odorata*), barí (*Calophyllum brasiliense*) y hormiguillo (*Cordia alliodora*) a un distanciamiento de 2 x 10 m. Entre cada hilera de árboles maderables se deja una franja de acahual que funciona como barrera contra plagas y enfermedades y además sirve para obtener productos maderables.

Se siembran 500 plantas por hectáreas. Se aplica un raleo para dejar al final 250 árboles por hectárea. Este distanciamiento da oportunidad, en el mediano plazo, de rozar el acahual y ocupar el espacio para cultivo de granos básicos.

Este sistema es una buena forma de mejorar el periodo de descanso o barbecho en áreas donde todavía la presión sobre la tierra permite los sistemas de agricultura migratoria (roza-tumba-quema y roza-quema). Los barbechos mejorados permiten tener un periodo de descanso con un mayor valor económico y con importantes servicios ecológicos, como son la recuperación de la fertilidad del suelo para volver a realizar agricultura. Existen buenas experiencias con este sistema en otras áreas (Borthakur *et al.*, 1979; Bishop, 1982 y Nair, 1993).

###### *Sistema de cafetales con maderables de sombra*

Los sistemas cafetaleros tienen un fuerte potencial para ser mejorados con prácticas agroforestales. La diversificación y el manejo de las especies para sobra son fundamentales para el desarrollo de este sistema. Incorporar árboles al cafetal permite a los productores, además de la captura de carbono, agregarle valor al cafetal, lo cual ayuda a amortiguar el riesgo que tiene este sistema por la oscilación de los precios en el mercado. Es posible la utilización de la sombra con la producción de madera y otros productos forestales maderables y no maderables, utilizando especies, densidades y manejo adecuados (Budowski, 1959).

Los agricultores pueden percibir, de esta forma, ingresos proporcionados anualmente por el café, mientras que otros componentes, como los frutales y la madera, pueden abastecer de alimentos a la familia y a algunos animales de corral, así como proveer ingresos económicos extra a la unidad doméstica.

En algunas regiones, el cafetal es el único lugar disponible del agricultor para producir frutas, leña, madera y hasta sus productos medicinales, de tal modo que cuanto menor es la cantidad de tierra que posee más se acerca a la fisonomía de un solar, con lo que se aprovechan de manera más integral los espacios productivos disponibles (Alfaro y Rojas, 1992).

Se propone la siembra de maderables como sobra, e ir sustituyendo, con el tiempo, la sombra de poco valor económico por una de mayor valor, como el hormiguillo (*Cordia alliodora*) y el cedro (*Cedrela odorata*).

El distanciamiento sugerido es de 10 m x 10 m para evitar demasiada interacción entre árboles y entre éstos y el cultivo. Además, es factible la siembra de maderables como cerco vivo alrededor del cafetal, lo que incrementa el número de árboles que pueden sembrarse y no afecta demasiado al cultivo; el distanciamiento propuesto para el cerco es de 4 m entre árboles. Así los árboles mezclados con el cafetal más los dispuestos en cerco dan un total de 180 árboles/ha.

#### *Cerco vivo de cedro en la milpa*

Consiste de un cerco vivo de cedro (*Cedrela odorata*) sembrado con distanciamientos de 4 m entre árboles. Esto da como resultado 100 árboles/ha. Una separación menor podría reducir los rendimientos del maíz y requerirá la fertilización de los árboles y del maíz.

Los cercos vivos además de constituir un espacio productivo -generalmente sub-utilizado con especies de poco valor- pueden servir para la reforestación y ofrecer algunos servicios como la protección contra el paso de animales y personas a los cultivos, contra la erosión, la escorrentía y como cortina rompeviento. Los arbustos dispuestos en cercos vivos también son utilizados para obtención de otros productos complementarios para la familia campesina como productos medicinales, ornamentales, abonos verdes, forrajes, etc. (González, 1992; Soto et al., 1995).

#### *Milpa permanente con cedro*

El maíz y sus asociados (frijol-calabaza) se siembran junto con los árboles maderables. El maíz se cultiva permanentemente con el cedro (*Cedrela odorata*). El distanciamiento y los raleos deben ser suficientes para permitir la captura del sitio por los cultivos anuales. Se propone sembrar los árboles a un distanciamiento de 3 m x 10 m lo cual da 300 árboles/ha. Lo raleos dependerán del tipo de productos forestales que demande la población en relación con la necesidad de producción de granos básicos.

Una variante para este sistema es el sistema Taungya, que consiste en sembrar al mismo tiempo los granos básicos y los árboles maderables. El cultivo de los granos continúa mientras el desarrollo de los árboles lo permite. Posteriormente, por la competencia, se dejan de sembrar los cultivos y permanece sólo la plantación de cedro o en combinación con productos que requieren sombra (por ejemplo, la pimienta negra). Este sistema depende de la disponibilidad de tierra de cada productor pues lo condiciona a mover su producción de maíz a otra parcela.

En el estado de Tabasco, México, se tienen buenas experiencias, donde el CECAF (Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal) tiene implementado este sistema a nivel experimental. Los productores de Chilón estuvieron ahí y regresaron impresionados por el mismo.

#### *Manejo de la sucesión secundaria en el acahual mediante maduro*

Consiste en permitir la regeneración natural del bosque mediante prácticas de cuidado, limpia, liberación, aprovechamiento selectivo y enriquecimiento. Las de cuidado, limpia, liberación y aprovechamiento selectivo se realizan con los árboles maderables potencialmente aprovechables a mediano plazo y ya existentes en el acahual. Las prácticas de enriquecimiento, cuidado y limpia se realizan con nuevos materiales vegetales incorporados para enriquecer el acahual ya existente. Esto permite mejorar la calidad genética del acahual e incrementar las densidades de especies maderables de gran valor comercial y aprovechables a largo plazo. La especie de valor comercial actualmente presentes son: jolmax-té (*Talauma mexicana*), hicwinicté, ujtuy (*Tapirira macrophylla*), majaeschuch (*Annona* sp.) y ceiba (*Ceiba* sp.). Podrían

incluirse cedro (*Cedrela odorata*), hormiguillo (*Cordia alliodora*), sacbalam té (*Calophyllum brasiliense*) y barí (*Calophyllum brasiliense*). Estas prácticas de manejo forestal han tenido buenos resultados en otros países como Costa Rica, en donde se maneja la regeneración natural para conseguir una regeneración y aprovechamiento en turnos más cortos y con materiales de buena calidad (Hutchison, comunicación personal).

#### *Huerto familiar*

Consiste en el mejoramiento del huerto familiar que ya maneja la familia campesina, mediante la incorporación de frutales y flores. Las familias cuentan con 0.25 ha para la siembra de naranja, limón, lima, mandarina (*Citrus* sp.), nanche (*Byrsonima crassifolia*), papaya (*Carica papaya*), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*) y diversas especies de flores. El número de árboles depende de las necesidades de las familias y de la disposición de otros componentes en el huerto, pero puede oscilar alrededor de 40 árboles por familia, como promedio.

#### **Zona tojolabal**

##### *Reforestación de potreros*

Consiste en la incorporación de árboles maderables de valor comercial en los potreros ahora subutilizados. Se siembran árboles de *Pinus oocarpa*, *Pinus michoacana* y ciprés (*Cupressus* sp.) a un distanciamiento de 2 m x 3 m lo cual da 1666 árboles/ha. A esta densidad se aplican dos raleos para quedar al final 400 árboles/ha.

Con este sistema se aprovechan áreas con poco uso, como son los potreros con pastizales naturales, se incrementa el valor de la tierra y se obtienen más productos y servicios de alto valor económico y ambiental.

##### *Manejo de la sucesión secundaria en potrero*

Es una modalidad del sistema anterior. En este tipo de potreros el potencial de la regeneración natural es mayor. Así, el número de plántulas existentes es mayor. Así, el número de plántulas existentes es mayor y no se requiere la reforestación. Las especies existentes son *Pinus oocarpa*, *P. michoacán*, roble (*Quercus* sp.), ciprés (*Cupressus* sp.), vilil, pajulul (*Rhus schiedeana*), chiquiniv (*Quercus laurina*), espino (*Acacia* sp.), memela (*Ternstroemia tepezapote*), canté (*Fraxinus purpussi*), poteguas, mora (*Chlorophora tinctoria*), palo blanco (*Ilex discolor*) y duraznillo (*Saurauia kegeliana*). El manejo consiste en cuidado, limpieza, selección, podas y protección de la plántulas para asegurar su crecimiento y rendimiento. Podrían obtenerse alrededor de 400 árboles por hectárea.

##### *Sistema de acahual mejorado con coníferas y robles*

Consiste en la siembra de franjas de árboles alternadas con hileras de acahual natural. Los árboles se siembran en filas de 2 m de ancho y 2 m de distancia entre cada árbol, alternadas con franjas de acahual de 5 m, que funcionan como barreras contra plagas y enfermedades y sirven además para obtener productos maderables.

En total son 14 hileras de árboles, lo que da como resultado 700 árboles/ha, quedando después de uno o dos raleos 400 árboles/ha. Las especies son de *Pinus oocarpa*, *Pinus michoacana* y ciprés (*Cupressus* sp.).

##### *Plantación de coníferas y robles en matorral rozado*

Matorrales bajos sin una densidad de especies importantes son rozados para establecer una plantación de coníferas: *Pinus oocarpa*, *Pinus michoacana* y ciprés (*Cupressus* sp.). Se propone un distanciamiento de 2 m x 3 m lo cual da un número de 1666 árboles/ha. Después de dos raleos quedan aproximadamente 400 árboles/ha.

### *Milpa con coníferas en Taungya*

Cultivo de granos básicos sembrados al mismo tiempo que los árboles de coníferas. La producción de granos básicos persiste mientras el crecimiento y las copas de los árboles lo permita. Posteriormente permanecen sólo las coníferas. En este sistema se aprovecha el espacio mientras crecen los árboles y la producción adquiere mayor valor en el mediano plazo (Bookird et al., 1984; Moench, 1991; Budowsky, 1993; Nair, 1993).

Se siembran los árboles a una distancia de 4 m x 4 m, lo que da 625 árboles/ha. Además puede sembrarse un cerco alrededor de la milpa para aprovechar ese espacio. El cerco más los árboles del interior permite un total de 625 árboles/ha. Después de los aclareos quedan finalmente 400 árboles/ha.

### *Huerto Familiar*

Consiste en el mejoramiento del huerto familiar ya existente, mediante el cultivo de árboles frutales principalmente y algunas especies ornamentales. Algunas de ellas son: ciruela, café, guayaba, durazno, manzana, pera, naranja, mandarina, limón, crisantemos, rosas y hortensias. El número de árboles a incorporar por familia es de alrededor de 25.

Este sistema juega un papel destacado para la familia campesina, es un complemento importante en cuanto a alimentos, productos medicinales y otros satisfactores de necesidades materiales y espirituales de la familia. Además, su venta puede constituir una fuente importante de ingreso en efectivo. Puede ser reforzado con especies arbóreas y herbáceas de alto valor de uso, de alta calidad para producir frutales, leña, forrajes y plantas ornamentales. Adquieren importancia la implementación de prácticas como el injerto, la poda, la sustitución de material poco productivo por uno mejorado y el arreglo más sistemático de los componentes tratando de evitar al máximo las interacciones de competencia y favoreciendo las sinérgicas (Bavappa y Jacob, 1982; Okafor, citado por Nair, 1993).

### *Áreas forestales comunales*

Las áreas forestales comunales pueden constituir un buen potencial para el manejo forestal. Sin embargo, son problemáticas pues su manejo está condicionado al consenso de toda la comunidad. Actualmente todos los representantes participantes en este estudio prefirieron dejarlas de lado y posteriormente, según la factibilidad del proyecto, proponer a la comunidad un plan de manejo de estas áreas forestales comunales y la organización comunitaria para llevarlo a cabo.

## **4.2 Estimación del potencial de captura de carbono**

Para la zona tojolabal el potencial productivo de los pinos es muy variado, debido a las diversas estrategias de manejo que se están ejerciendo sobre los recursos. Los pinos, en las condiciones de potrero con un pastoreo intensivo y con quemas regulares, alcanzaron un IMA no mayor de  $0.55 \pm 0.05$  cm/año por árbol. Sin embargo, en potreros con un pastoreo más extensivo el IMA alcanzó  $1.45 \pm 0.21$  cm. En el bosque maduro el IMA es de  $1.38 \pm 0.18$  cm. Para los cálculos de almacenamiento de carbono en los pinos y ciprés hemos utilizado un IMA de 1.4 cm/año, con un rango de sensibilidad de  $\pm 25\%$ .

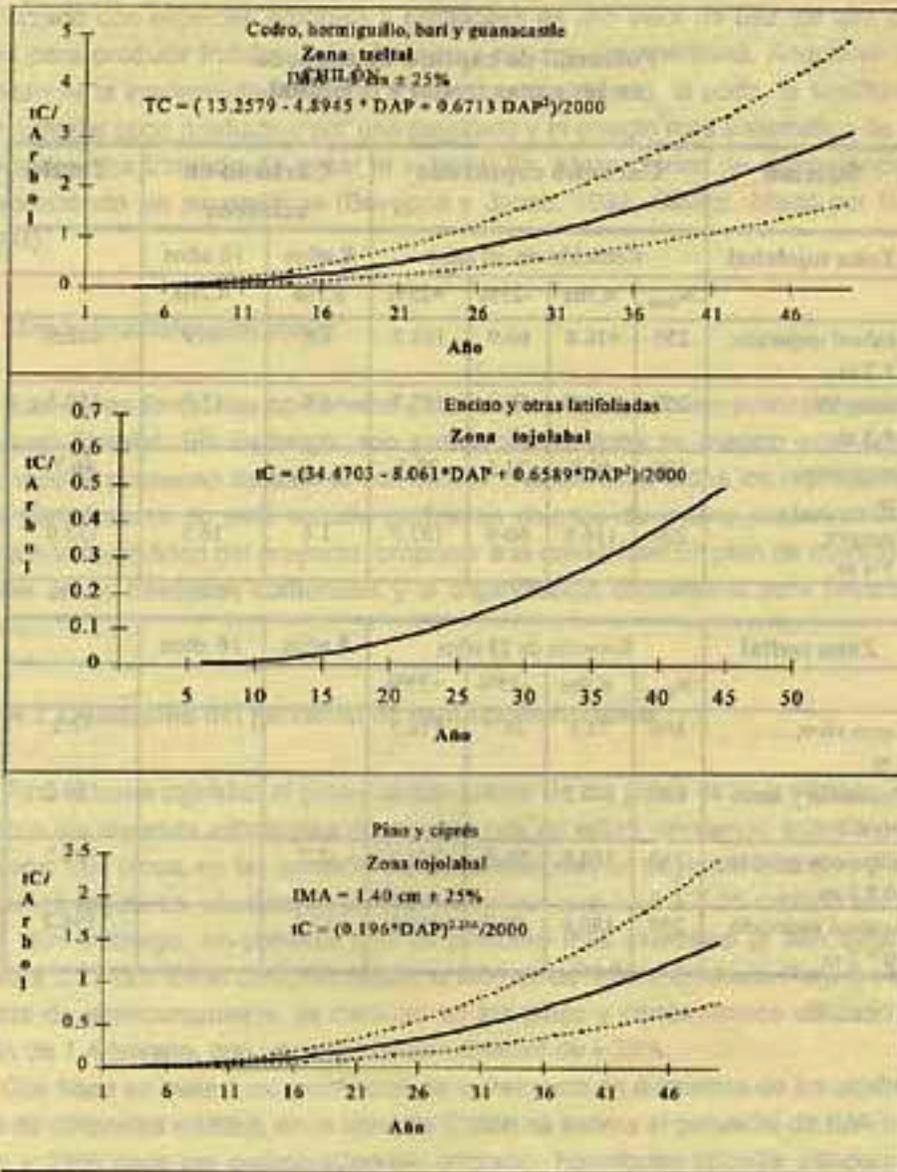
Con base en los promedios de incremento en diámetro de los acahuals de diferentes edades, en la zona de Chilón se estima el potencial de IMA en  $2 \text{ cm} \pm 25\%$  para los cedros (*Cedrela odorata*), hormiguillo (*Cordia alliodora*) y guanacastle (*Schizolobium parahybum*), especies con un crecimiento similar. Estas son las especies seleccionadas por los productores para las actividades de reforestación.

En el siguiente cuadro se presentan los cálculos de captura de carbono en toneladas por hectárea, por sistema, por año de rotación por número de árboles al final ( $N_{\text{final}}$ ) y los márgenes de 25% de sensibilidad en el MIA.

Cuadro 3  
**Potencial de captura de carbono  
en las zonas tzeltal y tojolabal**

<b>Sistemas</b>	<b>Carbono capturado</b>				<b>Carbono en aclareos</b>		<b>Total</b>
<b>Zona tojolabal</b>	Rotación de 30 años				8 años	16 años	
	$N_{final}$	tC/ha	-25%	+25%	tC/ha	tC/ha	
Acahual mejorado; 2*7 m	250	116.8	60.9	193.7	1.8	16.9	135.5
Plantación: 2 * 3 m	250	116.8	60.9	193.7	4.8	61.8	183.5
Cerco vivo; 4 m	100	46.7	24.3	77.5			46.7
Taungya; 4 * 4 m	250	116.8	60.9	193.7	1.4	16.9	135.0
<b>Zona tzeltal</b>	Rotación de 25 años				8 años	16 años	
	$N_{final}$	tC/ha	-25%	+25%			
Cerco vivo; 4 m	100	72.3	38.7	116.5			72.3
Plantación y cerco en café	180	130.2	69.6	209.7			130.2
Milpa con callejón; 10 * 3 m	250	180.8	96.7	291.2	2.7		183.5
Acahual mejorado, 10 * 2 m	250	180.8	96.7	291.2	13.3		194.2

**Gráfica 2**  
**Cantidad de carbono por árbol en relación con la edad, para las especies recomendadas para las dos zonas de estudio**



La captura de carbono esperada por sistemas se estima con base en las propuestas de los campesinos en relación con los sistemas que requieren introducir en sus parcelas. Cabe señalar que la cantidad de carbono capturado fluctúa en relación con la composición de especies que se siembran en las parcelas, la rotación de la plantación y el distanciamiento entre los árboles. También dependerá, en gran medida, de la calidad del manejo de las plantaciones, la fertilidad local del suelo y factores climatológicos locales, por lo que se incluyen márgenes de 25% de sensibilidad en las estimaciones.

### **4.3 Política forestal en Chiapas**

La política forestal del gobierno del Estado, ha tenido dos periodos durante los últimos veinte años. El primero se puede ubicar entre 1976 y 1988 y se caracterizó por las concesiones a las grandes compañías madereras que operaron en la región de la Selva Lacandona, extrayendo maderas preciosas para el abasto a la fábrica de triplay localizada en la población de Palenque (González, 1992) y, simultáneamente, los permisos de aprovechamiento forestal en las zonas templado-húmedas que favorecían a los dueños de los aserraderos. En ambos casos los beneficiarios fueron los inversionistas, toda vez que operaron sin restricciones legales ni técnicas y, en cambio, gozaron no sólo de la protección de los inspectores forestales, sino de los enormes beneficios derivados de los costos y de los precios de la madera. En contraste los dueños de los bosques obtuvieron no sólo un magro beneficio por el pago del “derecho de sus monte”, sino la pérdida de sus recursos forestales (Montoya, 1994).

En este periodo y-teniendo como telón de fondo, por una parte, la intensidad de los aprovechamientos y, por la otra, la ausencia de planes de manejo forestal-la superficie arbolada se fue reduciendo (SARH, 1992).

El segundo periodo cobra forma a partir de 1989 y arranca con la implementación de una restricción generalizada de los aprovechamientos forestales decretada en ese año. Se caracteriza por: a) la formación de un Consejo Forestal Estatal, erigido como un organismo regulador de los permisos de aprovechamiento forestal; b) una reducción de los volúmenes de producción, que pasó de 393,300 metros cúbicos rollo en 1986 a 33,704 en 1992; c) el surgimiento de un mercado negro; d) un proceso de tala clandestina de madera para el abasto mínimo en las áreas urbanas para la industria de la construcción, de los carpinteros, entre otros consumidores, y e) un incremento en los precios de los productos maderables (Montoya, 1994): Cabe destacar que la producción actual se mantiene todavía a un bajo nivel, debido a los permisos existentes sólo para saneamiento y limpia.

Con dichas acciones se pretendía resarcir el deterioro de los recursos forestales, regular con criterios más rigurosos los permisos de aprovechamiento forestal e incorporar a los dueños de los bosques a los procesos de extracción y transformación de maderables, para mejorar sus ingresos y sus condiciones de vida (SARH, 1989).

#### **4.3.1. Apertura comercial y nueva Ley Forestal**

Con la incorporación de México al GATT en 1985 y con la familia del Tratado de Libre Comercio (TLC), con Canadá y Estados Unidos en 1993, el mercado interno se vio inundado con maderas provenientes de varios países. En este contexto los precios reales internos fueron presionados a la baja. Entre otras razones, la de elevados costos de producción internos en un elemento que ha configurado la crisis actual por la que atraviesa el subsector en su conjunto a nivel nacional.

Si bien, un elemento conyuntural, como el de la devaluación de la moneda que tuvo lugar a fines de 1994, ha vuelto competitivos los precios de la madera (Purchasing News, 1995), en el mediano y largo plazo, considerando la recuperación de la moneda, la situación de las importaciones masivas de madera volverá a presentarse.

Para revertir esta relativa dependencia del exterior, reducir estructuralmente los costos de producción e incorporar las innovaciones tecnológicas a los procesos de extracción y transformación, se reformularon la Ley forestal y el reglamento respectivo.

En efecto, con la reforma del Artículo 27 de la Constitución, la Ley Forestal de 1985 quedó desfasada. Para actualizarla, se aprobó la nueva Ley Forestal de 1992, para impulsar grandes plantaciones forestales por medio de asociaciones de productores, con especies arbustivas de rápido crecimiento (Montoya, 1994).

El esquema propuesto pretende favorecer, principalmente, a la industria del papel, ya que es el sector que-dentro de la estructura de las importaciones- absorbe aproximadamente el 80% de las compras al exterior. Pero para reducir costos de producción, se requieren formas productivas a gran escala, que dejan de lado los esquemas de parcelas individuales o comunitarias que operan con especies naturales o nativas, que configuren una estructura de oferta local o regional muy importante, y que, además, cubren las demandas de los sectores la construcción, muebleros y artesanales.

Es en este marco que el Banco Mundial ha “retirado el renglón de plantaciones industriales de su estrategia para México y recomienda concentrarse en acciones específicas de: a) manejo de áreas protegidas, b) apoyo a ejidos y comunidades, c) aprovechar las áreas de ventajas comparativas de México, y d) investigación aplicada para el desarrollo de bosques tropicales y productores no maderables” (Chapela, 1995).

#### 4.4 Evaluación social: demografía del área inicial del proyecto

El proyecto inicial fue diseñado para dos zonas: cinco comunidades tzeltales en Chilón y cinco comunidades tojolabales en Comitán/Las Margaritas. En la zona tzeltal, la primera lengua es el tzeltal y la segunda el español. Las comunidades son pobladas o anexos de los ejidos San Sebastián Bachajón y San Jerónimo Bachajón, y están administradas por un agente rural en cada comunidad. La tenencia de la tierra es ejidal con áreas parceladas y comunales. La población total de las cinco comunidades es de 907 habitantes. El área total es de 1,980 hectáreas, con un promedio de 11 hectáreas parceladas por familia. Las comunidades van de 21 a 82 familias, con herencia distribuida entre los niños varones. Los hombres jóvenes emigran a Veracruz para trabajar estacionalmente en PEMEX, y a Ocosingo o Palenque para trabajar como jornaleros.

En la zona tojolabal existe un dominio dividido del lenguaje. Dos comunidades hablan sólo el español y otras dos utilizan el tojolabal como lenguaje principal, pero los hombres usan el español como segunda lengua. Cada comunidad es un ejido administrado por un comisionado ejidal, un agente municipal y una comisión de vigilancia. La tierra ejidal está dominada por áreas comunales pero el sistema de milpa está basada en terrenos parcelados. La población total de las cuatro comunidades es de 3,733 habitantes. La dimensión de las comunidades varía de 60 a 370 familias con la herencia distribuida entre los niños varones. Los hombres y mujeres jóvenes emigran para trabajar como albañiles, chalanos, en el corte del café, tapisca de milpa y servicio en casa en Comitán, Tapachula o Villahermosa.

#### 4.4.1 Evaluación social: proyectos comunitarios realizados con anterioridad

En las zonas tojolabal y tzelta ha habido un gran número de proyectos comunitarios llevados a cabo por diversas organizaciones gubernamentales (véase Cuadro 4). Estos han cubierto desde proyectos de crédito y servicio para la producción de café, empleo en proyectos de reforestación hasta el establecimiento de cooperativas de transporte y tiendas rurales. No todas las comunidades han recibido la misma atención; sin embargo, cada comunidad ha tenido la experiencia de una serie de proyectos de desarrollo diseñados para “mejorar el bienestar de la comunidad”. Un análisis de estos puede brindar una “historia del desarrollo de proyectos” para cada comunidad, así como una visión de cómo podríamos repetir los éxitos y evitar los fracasos.

Cuadro 4

#### Instituciones y sus proyectos en las comunidades participantes en el Programa de captura de carbono

<i>Desarrollo Integral de la Familia (DIF)</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• cursos de panadería con mujeres</li><li>• cursos de costura con mujeres</li></ul>
<i>Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) e Instituto Nacional Indigenista (INI)</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• grupos en cooperativas para proyectos productivos y asesoría técnica: granjas apícolas, porcinos y máquinas de costura</li><li>• despulpadoras de café</li></ul>
<i>Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• capacitación al productor</li><li>• proyectos de reforestación</li><li>• distribución de semillas</li></ul>
<i>Banco de Crédito Rural (BANRURAL) y Pajal Ya Kac’Tic, S.A. de C.V.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• créditos para diversos proyectos productivos: manejo de cafetal, ganado, porcino, etc.</li><li>• comercialización de café</li><li>• servicios, tiendas rurales, unidades de transporte, insumos, asistencia técnica, etc.</li></ul>

Los representantes de Pajal en cada comunidad tiene una riqueza de conocimientos empíricos relacionados con estos proyectos. Ellos han sido los receptores de los costos y beneficios de la mayoría de los proyectos y por lo tanto pueden evaluarlos desde la perspectiva de los miembros de la comunidad. Durante el primer curso de programas agroforestales/forestales presentados por Pajal/ECOSUR, los representantes de

diez comunidades intercambiaron sus experiencias pasadas con proyectos de desarrollo (Cuadro 5) y discutieron de qué manera esto puede contribuir a planear un proyecto agroforestal/forestal.

Cuadro 5

**Evaluación de proyectos en diez comunidades de las zonas tzeltal y tojolabal**

Proyecto	Lo bueno	Lo malo
1. Ganado porcino	<ul style="list-style-type: none"> <li>funcionó el proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>en otra comunidad: no hubo respuesta a nuestra solicitud</li> </ul>
2. Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>la unidad en el trabajo logró un mejor precio en el pasaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>en otra comunidad: pérdida por la competencia</li> </ul>
3. Fertilizantes/Herbicidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>ha funcionado en parte, en primer instante insumo para inicio de la siembra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no funcionó en absoluto</li> </ul>
4. Crédito a la palabra	<ul style="list-style-type: none"> <li>ha funcionado</li> <li>no se pagan intereses</li> </ul>	
5. Ganado mayor		<ul style="list-style-type: none"> <li>pérdida por desconocer el clima y la escasez de pastos</li> </ul>
6. Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>enfocado para leña</li> <li>plantado por la gente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>en otra comunidad: pérdida por no reforestar en épocas de lluvias</li> </ul>
7. Tractor agrícola		<ul style="list-style-type: none"> <li>no hubo capacitación</li> <li>tecnología inapropiada para demanda del trabajo (tractores pequeños)</li> </ul>
8. Bomba de agua		<ul style="list-style-type: none"> <li>pérdida por la baja del nivel del agua</li> </ul>
9. Desayunos escolares		<ul style="list-style-type: none"> <li>no funcionó por que los niños no les gustó la comida</li> </ul>
10. Tienda comunal	<ul style="list-style-type: none"> <li>está funcionando</li> <li>menos transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>en otra comunidad: no funcionó por la existencia de muchas tiendas</li> </ul>
11. Mancuernas		<ul style="list-style-type: none"> <li>no funcionó por la falta de pasto</li> </ul>
12. Pollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>sí funcionó</li> </ul>	
13. Viviendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>sí funcionó</li> <li>proporcionó techos nuevos para las casas</li> </ul>	
14. Crédito para una panadería	<ul style="list-style-type: none"> <li>funcionó al principio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>la gente se retiró por bajos ingresos y demasiada deuda</li> </ul>
15. Molinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>servicio a la comunidad</li> <li>se logró un mejor precio en el servicio</li> <li>la asociación de la gente ayudó al trabajo</li> </ul>	
16. Escuelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>esta funcionando</li> </ul>	
17. Crédito para el café	<ul style="list-style-type: none"> <li>se ha trabajado bien</li> <li>benefició toda la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pero afectó la baja de precios</li> </ul>
18. Varias solicitudes de las comunidades: agua potable, vivienda, avícola, luz solar, luz eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no se ha apoyado</li> <li>no les han tomado en cuenta en el proyecto</li> </ul>

En general, cuando un proyecto era evaluado como bueno, los representantes entendían que sí funcionó pero no tenían una idea clara de por qué o cómo era que el proyecto había resultado exitoso. Después de algunas reflexiones, señalaron que los proyectos que respondieron a necesidades sentidas, como las cooperativas de transporte o las escuelas, siempre recibieron el apoyo de la comunidad y fueron relativamente exitosos.

Cuando un proyecto reducía costos (transporte o tiendas rurales) o brindaba el crédito inicial durante un período de escasez de liquidez (crédito a la palabra), se identificó como exitoso. Cuando había unidad en el trabajo y cada uno ayudaba, como en los molinos o el transporte, el proyecto funcionó.

Se mencionaron numerosas razones por las que algún proyecto tuvo efecto limitado o fracasó. Los representantes señalaron que una planificación pobre y la falta de conocimiento sobre la comunidad significaba que un proyecto fracasaría, como en la promoción de ganado, el programa de desayunos escolares o el proyecto de tractores. Un servicio de entrega deficiente, como en el caso de proyectos de reforestación, significó que una coordinación errónea de tiempos provocara la pérdida de todos los árboles. La falta de entrenamiento para la utilización de equipo resultó en pérdidas en el proyecto de tractores y en los grupos de tejedoras. Algunos proyectos funcionaron bien en una comunidad y no en otra, debido a variaciones en la demanda y la competencia (transporte y tiendas rurales). En el caso del proyecto de la panadería, la participación del grupo disminuyó conforme la carga de deuda aumentó y las responsabilidades del trabajo fueron mayores que los beneficios. En general, los representantes tienen la experiencia empírica de proyectos de desarrollo anteriores. En cada comunidad se necesita analizar estas experiencias y utilizar las introspecciones para la planificación de proyectos agroforestales/forestales.

#### **4.4.2 Evaluación social: beneficiarios del proyecto**

Los beneficiarios directos del proyecto social forestal serán los miembros de Pajal en cada comunidad, y sus familias se verán indirectamente beneficiadas. Durante los primeros años los miembros de Pajal diseñaron proyectos agroforestales individuales, que tuvieron ventajas desde la perspectiva de una organización social simplificada pero que, sin embargo, no permiten una amplia propagación de beneficios. La participación de las mujeres en el proyecto está dirigida a ampliar la cantidad y calidad de beneficiarios, solucionando las necesidades de ese sector. A la fecha, 141 mujeres en siete comunidades han expresado su interés en participar en un proyecto agroforestal. Estas mujeres representan del 16 al 25% de la población femenina adulta de la comunidad. El proyecto extiende los beneficios del programa a viudas y mujeres que son cabeza de –por lo general son las familias más pobres- a quienes no llega un programa forestal regular.

En este punto, los campesinos de la comunidad de mediano y alto ingreso participan en el proyecto forestal. Los miembros de la comunidad que no tienen tierras no recibirán utilidad del proyecto, a menos que sean elegidos específicamente para el día de trabajo necesario.

Cuando las comunidades tojolabales desarrollen proyectos dirigidos a los bosques comunales, deberá diseñarse un plan por parte de la asamblea local, para distribuir los beneficios entre todos los miembros de la comunidad a través del financiamiento de escuelas, carreteras, clínicas de salud, centros comunitarios, o por medio de fondos para las familias. Los ingresos provenientes del manejo forestal comunitario tienen el potencial de beneficiar a toda la comunidad.

Para poder expandir el proyecto y distribuir beneficios a un mayor porcentaje de miembros se deberán superar numerosas barreras sociopolíticas. En la mayoría de las comunidades los miembros de Pajal no son autoridades ejidales y han tenido dificultades para obtener el apoyo de éstas. Muchas de las comunidades están divididas en diferentes líneas religiosas y/o políticas, lo que provoca competencia entre grupos hacia el interior de la comunidad y entre comunidades. El conflicto actual en Chiapas subraya estas diferencias y reduce las probabilidades de negociar proyectos forestales que corten o pasen de esas divisiones. Estas características no son exclusivas de las nueve comunidades en las zonas tzetal y tojolabal, y deben ser tomadas en cuenta en las sucesivas etapas de planeación.

La fuerza de este proyecto se debe a que los representantes comunitarios han diseñado los proyectos forestales y agroforestales con base en necesidades reales. En consulta con otros productos que participan en el programa, los representantes identificaron sus necesidades de productos maderables y no maderables y crearon un proyecto para resolverlas. Se centraron en productos de la construcción como reglas, tablas, postes, y de consumo, como la leña. Los hombres también expresaron un deseo de mejorar su habilidad para la elaboración de muebles, con el propósito de obtener una mejor ganancia de la madera que pueden producir.

El haber expandido el proyecto incluyendo las necesidades expresadas en las reuniones de las mujeres, ha mejorado el programa con respecto a la atención de las necesidades percibidas por las personas y miembros de las comunidades. Las mujeres se enfocaron a árboles frutales y arbustos de café para el autoconsumo, que podrían mejorar la nutrición familiar y contribuir a la reducción de la mortalidad infantil. También hablaron de vender productos de fruta en pequeña escala para aumentar su ingreso, pero sólo después de haber resuelto las necesidades de nutrición de las familias. Asimismo, están interesadas en la producción de flores para embellecer las casas y para utilizarlas con propósitos religiosos. Las mujeres son

responsables de comprar flores para honrar a los santos y para celebrar las fiestas comunitarias. Cualquier producción de flores realizada al nivel de jardín casero, reduciría los costos para la familia y mejoraría la idea de bienestar identifican, según las necesidades de las mujeres.

Lo que no se realizó fue la identificación de necesidades a nivel de comunidad o en relación con otros asuntos relativos al desarrollo, como agua potable, producción, salud, educación, etc. Se les dio a los miembros de la comunidad, con especial énfasis en los miembros de Pajal, la oportunidad de diseñar un proyecto forestal basado en sus intereses. No sabemos qué prioridad le daría la propia comunidad a un proyecto forestal si se le propusiera un rango más amplio de opciones de desarrollo. Lo que queda claro es que un simple programa de captura de carbón fracasaría en todas las comunidades. La meta del carbón capturado funcionará únicamente si es un componente en un proyecto agroforestal/forestal más amplio que resuelva las necesidades inmediatas de los participantes.

Además, no sabemos si las necesidades reales de hoy seguirán siendo las de mañana. Sería de gran ayuda incorporar la investigación y el análisis sobre problemas del sistemas, realizados por alguien externo a la comunidad, como complemento a la metodología participativa actual.

#### **4.4.3 Evaluación social: organización social**

En la fase inicial del proyecto, todos los participantes sembrarán árboles individualmente en su faceta, acahual o milpa. En la zona tzeltal trabajarán en cooperativa para organizar semilleros, vivos y comercialización de madera, pero el cuidado de los árboles y su propiedad será individual. Los productores tienen un gran conocimiento sobre el manejo de árboles, pero sienten la necesidad de mayor capacitación en el manejo del proyecto y en la comercialización. En la zona tojolabal hay dos niveles de organización social. Productores individualmente sembrarán las plántulas (donados por San José Copalar) en sus respectivas milpas, pero la mayoría de las tareas se realizarán con intercambio recíproco de trabajo (ayuda por ayuda). El intercambio de trabajo es una vieja tradición en estas comunidades, lo que fortalecerá en general el proyecto forestal. Las comunidades tienen la intención de construir una bodega común para la comercialización de productos madereros cosechados de parcelas individuales. Para que pueda tener éxito un esfuerzo de comercialización cooperativa es necesario realizar una mayor planificación y capacitación.

El segundo nivel de organización social estará dirigido a los aspectos comunales del proyecto. La mayoría de estas comunidades que tienen bosques están dispuestas a evaluar el potencial de un programa forestal. Toda toma de decisión debe tener lugar al nivel de la asamblea y nadie va a realizar un proyecto forestal costoso sin que tenga lugar una amplia discusión. Es demasiado pronto para afirmar si un proyecto dirigido a trabajar tierras comunales es socialmente viable. Los participantes necesitan por lo menos un año más de recopilación de datos y de planeación, antes de poder tomar una decisión informada. Sería necesario que sus autoridades ejidales y otros miembros interesados visitaran varios proyectos comunitarios forestales en Oaxaca y Campeche, para estudiar todos los aspectos de un proyecto, desde la planificación territorial, hasta la contabilidad y la comercialización. Posteriormente cada comunidad deberá realizar una sesión de planificación territorial participativa.

#### **4.4.4 Evaluación social: relación interinstitucional**

Uno de los primeros obstáculos que encontramos al promover el proyecto fue un rechazo a cualquier programa que sonara a proyecto de reforestación. Demasiadas comunidades habían tenido la experiencia de proyectos de reforestación obligatoria llevados a cabo por parte del gobierno, sin la participación de los miembros de la comunidad en la identificación de necesidades, ubicación de sitios y selección de árboles. Extremadamente cautelosos nos contaron, una tras otra, las historias de proyectos de reforestación fallidos.

Esto significa que los comuneros no estaban acostumbrados a planificar un proyecto. Esperaban que un promotor de campo llegara con un plan definido y con los regalos requeridos o incentivos que comprarían su participación. Cualquier proyecto agroforestal/forestal que tenga éxito, tendrá que enfrentar esta historia de desarrollo paternalista que estropea cualquier proyecto de participación real en la toma de decisiones y evalúa la participación con la cantidad de personas. Los mismos productores tienen una total incertidumbre en cuanto a saber cómo puede llevarse a cabo un proyecto con mayor control local y mayor responsabilidad.

Pajal, en tanto instituciones implementadora, está un paso adelante en la dirección correcta. Es una organización con potencial para una mayor participación local y autogestión. Será necesario desarrollar un sistema para asegurar que las tomas de decisiones y los beneficios permanezcan al nivel de la comunidad. Pajal, como cualquier otra organización, podría centralizarse y dejar de ser contable para su base de

miembros; sus técnicos y administradores podrían simplemente repetir la organización paternalista de los proyectos de reforestación anteriores. Se recomienda, por ello, que un auditor externo verifique que el dinero se gaste de acuerdo a su partida y que los servicios técnicos y administrativos no dominen el presupuesto. En suma, cada comunidad debería nombrar un representante a un comité directivo del proyecto que tenga responsabilidades de planeación y vigilancia. Todas las instituciones relacionadas con el proyecto agroforestal/forestal podrían tener un representante en el comité directivo, pero los productores deben superar siempre en número a los representantes y consultores técnicos.

#### **4.4.5 Evaluación social: monitoreo y evaluación**

Cada institución financiadora llevará su propio procedimiento de evaluación; sin embargo, el proyecto agroforestal/forestal debería llevar a cabo sus propios procedimientos de monitoreo para evaluar la realización y el impacto que cause. Los investigadores de ECOSUR son los más apropiados para diseñar y llevar a cabo un proceso de monitoreo en conjunto con el equipo de Pajal y los participantes comunitarios. Existe un gran número de metodologías participativas de evaluación que pueden modificarse en la medida de las necesidades específicas del proyecto. Si un programa de monitoreo y evaluación comienza en las primeras etapas del proyecto podría funcionar como fuerza creativa para mejorarlo, y no sólo como un ejercicio de respuesta acertada a las preguntas externas con el fin de obtener el siguiente ciclo de financiamiento. Un plan de evaluación participativa bien diseñado puede sentar las bases de datos y aumentar la posibilidad de comprender el impacto que un proyecto forestal puede tener en el bienestar comunitario.

### **4.5 Factibilidad económica de los sistemas forestales y agroforestales**

#### **Zona tzeltal**

El análisis de la información indica que el diferencial de costos totales tiende a incrementarse por la densidad de árboles y la mano de obra que consume el sistema de que se trate. Así, para la zona tzeltal, el sistema más caro resulta ser el denominado acahual mejorado con 500 arbolitos. Debido precisamente a la densidad por unidad de superficie, es el sistema que captura más carbono pero no logra contrarrestar el movimiento de precios que incide en el costo total, es decir, para este caso, el costo por tonelada de carbono alcanza 3.2 dólares.

En contraste, los sistemas más baratos son el cafetal, cerco vivo y el de la milpa, pero debido al número de árboles incorporados por unidad de superficie, su capacidad de captura disminuye, aunque el sistema milpa con cedro parece mostrar un potencial en términos de captura y de costos bajo de producción.

Hay una relación inversa entre costos totales y densidad-captura de carbono. En el Cuadro 7 se muestra que el costo de implementación demanda la mayor parte de la inversión inicial, se estabiliza en los años posteriores, y después del año 16 se eliminan totalmente los costos derivados del ciclo completo de implementación/manejo.

Cabe mencionar que en los dos aclareos se extraen postes que bien pueden autoconsumirse o canalizarse al mercado; cualquiera que sea el destino se obtiene un beneficio derivado de dichas actividades. Lo mismo ocurre al año 25 cuando ya se puede aprovechar madera.

Los costos de oportunidad de producción agroforestal en la zona tzeltal varían de 1.3 hasta 4.4 dólares por tonelada, dependiendo de la tasa de interés aplicada (Cuadro 6). Este se calculó con base en los datos del Cuadro 7.

Se estimó que el costo total de captura en la zona tzeltal varía entre 2.4 y 6.0 dólares por tonelada de carbono.

Finalmente, cabe mencionar que los costos totales se pueden reducir en áreas comunales, no sólo porque disminuyen los costos fijos, sino debido a las labores de manejo. No obstante, en contrapartida, genera problemas en la toma de decisiones, en la organización, administración y monitoreo.

**Cuadro 6**  
**Cálculo de costo de oportunidad anual (peso/ha)**

	<b>Tzeltal</b>	<b>Tojolabal</b>	
Rendimiento de maíz	920	1050	
Costo de reemplazo del maíz 1.3 pesos/kg	1196	1365	A
Valor de materiales de producción liberados	200	600	B
Jornales liberadas	80	70	
Valor de jornales 10 pesos	800	700	C
<b>Costo de oportunidad anual</b>	<b>196</b>	<b>65</b>	<b>A-(B+C)</b>

Otros sistemas que se incluye, aunque no se tiene la información de su capacidad de captura de CO<sub>2</sub> es el de los huertos familiares. Dichos huertos, que en términos estrictos, pueden participar en el proceso de almacenamiento, tienen muy bajos costos de implementación y manejo, y en el corto plazo, pueden aportar productos para el autoconsumo e ingresos adicionales a las unidades productivas. Se debe mencionar, que en los huertos familiares, opera fuerza de trabajo femenina.

Visto en conjunto, hay una gama de sistemas forestales y agroforestales viables técnicamente y baratos en su implementación y manejo.

**Cuadro 7**  
**Costos de implementación, manejo y de captura de carbono**

<b>Actividad</b>	<b>Acahual mejorado</b>		<b>Cafetal</b>	<b>Cerco vivo</b>	<b>Milpa</b>	<b>Huera familiar</b>
	<b>Año</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo</b>
Implementación	0	1,725	1315	905	1,435	625/4 = 157
Limpia	1	105	45	15	60	15
Limpia	2	105	45	15	60	15
Limpia	3	105	45	15	60	15
Limpia y poda	4	210	90	30	120	30
Limpia	5	105	45	15	60	15
Limpia	6	105	45	15	60	15
Limpia	7	105	45	15	60	15
Limpia y aclareo	8	315	90	45	180	30
Limpia	9	105	45	15	60	
Limpia	10	105	45	15	60	
Limpia	11	105	45	15	60	
Limpia	12	105	45	15	60	
Limpia	13	105	45	15	60	
Limpia	14	105	45	15	60	
Limpia	15	105	45	15	60	
Aclareo	16	210	90	15	120	
<b>TOTAL</b>		<b>3,825</b>	<b>2,170</b>	<b>1,190</b>	<b>2,775</b>	<b>307</b>
Dólares		638	362	199	463	51
tC capturado		194	130	72	181	

### **Zona tojolabal**

En la zona tojolabal los costos de implementación-manejo y, por ende, de captura son más elevados que en la zona tzeltal, debido sobre todo a que los costos fijos se incrementan toda vez

que se necesita cercar áreas tales como potreros, acahuals y plantaciones en matorral, para evitar que el ganado entre a pisotear los arbolitos.

Los dos sistemas menos costosos, en términos de la captura de carbono, son el de Taungya y el de cercos vivos, porque en el primero se supone que hay bajos costos de transporte de los arbolitos y en el segundo no hay costos por cercado. Por ello, los costos por tonelada de CO<sub>2</sub> por hectárea alcanzan los 1.9 y 2.7 dólares, respectivamente. Aunque la capacidad de captura del sistema de cerco vivo es muy baja.

En contraste los sistemas más caros son los de potrero reforestado, acahual mejorado y el de plantación en matorral; en éstos, los costos por tC capturado son de 5.2 dólares, en promedio.

Los costos de oportunidad de producción agroforetal en la zona tojolabal varían de 0.7 hasta 1.6 dólares por tonelada, dependiendo de la tasa de interés aplicada (Cuadro 6), lo cual se calculó con base en los datos del Cuadro 7. Esto indica que son más bajos que en la zona tzeltal.

Se estimó que el costo total de captura en la zona tojolabal varía entre 1.3 a 11.1 dólares por tonelada de carbono, para los diferentes sistemas. También se nota el efecto de la tasa de interés aplicada. No obstante, se puede ver que también aquí existe una gama de sistemas técnicamente viables y económicamente baratos.

Cuadro 8  
Costos de implementación, manejo y de captura de carbono

		Cerco vivo	Potrero reforestado	Acahual mejorado	Plantación en matorral	Taungya	Huerta familiar
Actividad	Año	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo
Implementación	0	235	4,800	4,380	4,800	955	930/4=233
Limpia	1	15	150	75	150	75	30
Limpia	2	15	150	75	150	75	30
Limpia	3	15	150	75	150	75	30
Limpia y poda	4	30	225	120	225	150	60
Limpia	5	15	150	75	150	75	30
Limpia	6	15	150	75	150	75	30
Limpia	7	15	150	75	150	75	30
Limpia y aclareo	8	30	300	150	300	150	60
Limpia	9	15	150	75	150	75	
Limpia	10	15	150	75	150	75	
Limpia	11	15	150	75	150	75	
Limpia	12	15	150	75	150	75	
Limpia	13	15	150	75	150	75	
Limpia	14	15	150	75	150	75	
Limpia	15	15	150	75	150	75	
Aclareo	16	30	300	150	300	150	
<b>Total</b>		520	7,575	5,775	7,575	2,380	533
Dólares		87	1,263	963	1,263	397	89
tC capturado		47	237	189	237	149	
Costos / tC en US \$		1.9	5.3	5.1	5.3	2.7	

Cuadro 9  
Costos de implementación y manejo de sistemas agroforestales

Zona tzeltal (pesos/ha)

Actividad	Año	Achual mejorado	Cafetal	Cerco vivo	Milpa	Huert familiar
Implementación	0	1,725	1315	905	1,435	157
Limpia	1	105	45	15	60	15
Limpia	2	105	45	15	60	15
Limpia	3	105	45	15	60	15
Limpia y poda	4	210	90	30	120	30
Limpia	5	105	45	15	60	15
Limpia	6	105	45	45	60	15
Limpia	7	105	45	15	60	15
Limpia y aclareo	8	315	90	15	180	39
Limpia	9	105	45	15	60	
Limpia	10	105	45	15	60	
Limpia	11	105	45	15	60	
Limpia	12	105	45	15	60	
Limpia	13	105	45	15	60	
Limpia	14	105	45	15	60	
Limpia	15	105	45	15	60	
Aclareo	16	210	90	15	60	
<b>TOTAL</b>		3,825	2,170	1,190	2,575	307
Dólares		638	362	198	429	51
tC capturado		181	130	72	181	
US\$/tC		3.5	2.8	2.8	2.4	
<i>Costos Netos Descontados</i>						
US\$/tC	i = 5%	2.9	2.4	2.6	2.0	
US\$/tC	i = 10%	2.5	2.2	2.4	1.8	
<i>Costos de oportunidad (Netos Descontados)</i>						
US\$/tC	i = 5%	3.1	4.4	-	3.1	
US\$/tC	i = 10%	1.3	1.9	-	1.3	
<i>Costos Totales de Captura de Carbono</i>						
US\$/tC	i = 5%	6.0	6.8	2.6	5.2	
US\$/tC	i = 10%	3.9	4.1	2.4	3.2	

Actividad	Año	Cerco vivo	Potrero reforestado	Acahual mejorado	Plantac.	Taungya	Huerta familiar
Implementación	0	235	4,800	4,380	4,800	955	233
Limpia	1	15	150	75	150	75	30
Limpia	2	15	150	75	150	75	30
Limpia	3	15	150	75	150	75	30
Limpia y poda	4	30	225	120	225	150	60
Limpia	5	15	150	75	150	75	30
Limpia	6	15	150	75	150	75	30
Limpia	7	15	150	75	150	75	30
Limpia y aclareo	8	30	300	150	300	150	60
Limpia	9	15	150	75	150	75	
Limpia	10	15	150	75	150	75	
Limpia	11	15	150	75	150	75	
Limpia	12	15	150	75	150	75	
Limpia	13	15	150	75	150	75	
Limpia	14	15	150	75	150	75	
Limpia	15	15	150	75	150	75	
Aclareo	16	30	300	150	300	150	
<b>Total</b>		520	7,575	5,775	7,575	2,380	
Dólares		87	1,263	963	1263	397	
tC capturado		47	117	117	117	117	
Costos / tC en US \$		1.8	10.8	8.2	10.8	3.4	
Costos Netos Descontados							
US\$/tC	i = 5%	1.5	9.5	7.6	9.5	2.7	
US\$/tC	i = 10%	1.3	8.7	7.2	8.7	2.3	
Costos de oportunidad (Netos Descontados)							
US\$/tC	i = 5%	-	1.6	1.6	1.6	1.6	
US\$/tC	i = 10%	-	0.7	0.7	0.7	0.7	
Costos Totales de Captura de Carbono							
US\$/tC	i = 5%	1.5	11.1	9.2	11.1	4.3	
US\$/tC	i = 10%	1.3	9.4	7.9	9.4	3.0	

#### 4.6 Costos públicos y privados

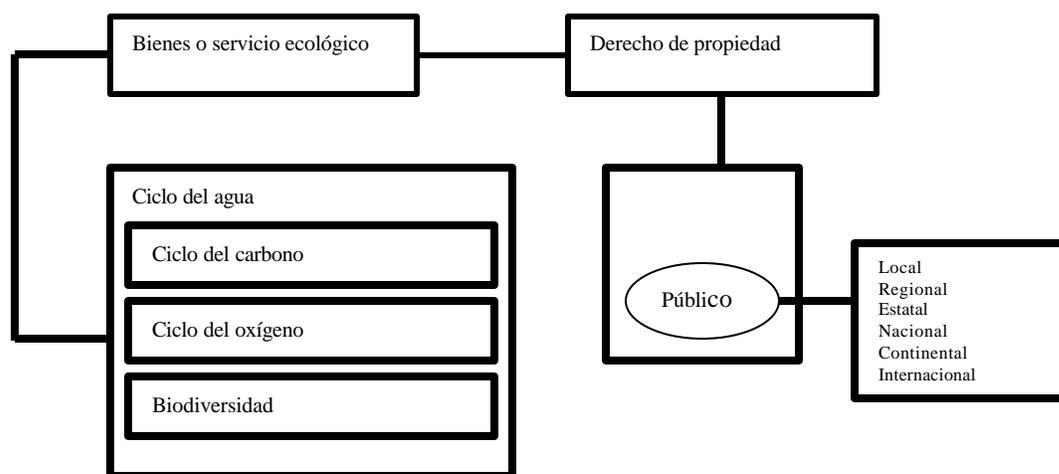
El calentamiento global es un fenómeno que pone en evidencia las limitaciones del concepto de propiedad, vinculado con el principio de derechos de propiedad. Muchos autores han demostrado que la indefinición de los derechos de propiedad atenta contra los recursos naturales (Hartwick, 1993).

Así, el efecto de aprovechamiento de los recursos a partir de la definición o indefinición de los derechos de propiedad tiene que ver con, por un lado, los derechos de propiedad privada, pero por otro, con los derechos públicos de propiedad. Y es que muchos bienes o servicios derivados del medio ambiente, al no tener precio alguno no entran en ningún mercado. En este sentido, el precio de los productos primarios intensivos en recursos naturales, debería incorporar no sólo los costos de producción convencionales, sino costos de conservación, al igual que los productos orgánicos o los productos verdes, entre otros.

La interrelación entre los derechos de propiedad públicos y privados, determinan el deterioro de los recursos naturales. ¿hasta dónde el propietario de un recurso está dispuesto a erosionarlo o perderlo por su desgaste? o ¿Hasta qué punto el beneficiario de un bien universal, sin precio alguno, está dispuesto a perder dicho bien? Aquí es donde se evidencian los límites del concepto de derechos de propiedad.

Los derechos de propiedad, en este contexto, dependen de los servicios para la reproducción de la vida en su conjunto en el planeta, así: los servicios ecológicos que tienen que ver con muchos de los ciclos de elementos químicos, biológicos y físicos: bióticos y abióticos que existen en la naturaleza; son servicios que se traducen en bienes consumibles de manera obligada por los seres humanos.

Figura 2  
**Relación entre los derechos de propiedad privados y públicos y los recursos naturales**



Ahora bien, dentro de los bienes públicos cabe destacar que existen diferentes niveles: local, regional, nacional y mundial (De Jong y Montoya, 1994).

El ciclo del carbono tienen estrecha relación con los ciclos del agua y del oxígeno; y de los ecosistemas más importantes que intervienen en él está forestal, que tiene mucho que ver con el uso del suelo y la ampliación de las fronteras productivas.

Pero en un esquema muy simplificado, para poder internalizar los costos de captura de carbono en una estructura de costos de conservación, es importante distinguir los valores públicos de captura de carbono, considerando ésta como un servicio y como un costo que debería de pagar todo emisor de bióxido de carbono.

En este contexto, el valor monetario por unidad capturada debería ser igual al daño marginal causado por la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Sin embargo, hay que considerar que la estimación de los costos económicos globales, en la actualidad, es muy variable: primero, porque las predicciones de cambio climático global son todavía muy erráticas y, en algunos casos, especulativas; segundo, porque el cambio climático y los daños físicos dependerán del desarrollo de las economías, del crecimiento poblacional y del desarrollo tecnológico; y tercero, porque la fijación de costos por daño depende de consideraciones éticas y morales, tales como el valor de las vidas humanas o pérdida de territorios nacionales, entre otros. Nordhaus estimó en 1992 un costo de calentamiento global (usando una tasa de descuento de 5%) causada por la emisión de 750 GtC en los próximos 50 años (asumiendo una inexistencia de controles del efecto invernadero), de aproximadamente 4.1 trillones de dólares. Esto significa que se tendría un costo promedio de 5.4 dólares por tC. Otros autores como Pearce, por ejemplo, sostienen que hay una subestimación de los costos reales derivados del calentamiento global (comunicación personal, 1995). De cualquier forma, aplicar tasas de descuento menores a 4% involucra problemas éticos, sobre todo si se considera o se aplica a los problemas intergeneracionales.

La captura de carbono es un servicio que provee un área forestal con principios de manejo sustentable, y que depende de los términos de intercambio implícitos en cualquier acuerdo entre un productor del servicio (un

campesino individual, una compañía forestal o una cooperativa comunitaria forestal), y los emisores de carbono (compañías industriales o un país).

Cabe destacar aquí que un productor de servicios ecológicos opera bajo principios de costos de oportunidad, es decir, toma decisiones respecto a su ingreso derivado de actividades forestales y de otros beneficios locales como protección de mantos freáticos y oferta de agua a zonas urbanas, biodiversidad, e ingresos provenientes de productos no maderables. Dichos costos deberían ser descontados a partir de las tasas de descuento prevalecientes ( o las tasas de preferencia locales). Debido a los inevitables rezagos presentes en los esquemas forestales, los costos son muy sensibles a los cambios en las tasas de descuento. En este contexto, los incentivos forestales deben jugar un rol muy importante en el proceso de inversión.

Los costos del servicio de captura de carbono pueden operar como en cualquier mercado, es decir, entre varios agentes que ofrecen dicho servicio, desde campesinos individuales o comunidades enteras, hasta compañías forestales. Algunos campesinos y comunidades pueden decidir entre conservar su bosque o establecer nuevas plantaciones sin incentivos. En tales casos se puede inferir que el precio por el almacenamiento de carbono que los demandantes están dispuestos a pagar es igual a cero o negativo. Pero incrementar la actividad forestal, por sí misma, no puede prevenir el proceso de deforestación. Iniciativas de forestería social que contengan esquemas de manejo tales como la agroforestería y se vinculen a la estructura de demanda de productos forestales son muy importantes, ya que cumplen con dos objetivos: generar productos que conservan CO<sub>2</sub> y reservorios de carbono. En este contexto, el cambio neto derivado de las actividades forestales, como resultado de un incremento de los incentivos a esta actividad, puede usarse como indicador en el proceso de estimación de los costos marginales de captura de carbono para una determinada área, región o empresa.

De manera que, para proponer un modelo que incorpore los costos marginales por daño ocasionado por las emisiones de CO<sub>2</sub>, se deben desarrollar y considerar conceptos como valor público, costos de captura considerada como un servicio y costos actuales, que deben ser pagados por cierto tipo de emisores.

## 5. Conclusiones

El análisis de la información indica que en las dos zonas hay una gama de sistemas identificados por los productores que son técnica, económica y socialmente viables. Los costos de captura, en dólares, se ubican dentro de los promedios más bajos estimados por investigadores en otros países. Más aún, los costos pueden reducirse en la medida que la escala se amplíe.

En el corto plazo y a escalas parcelarias, algunos sistemas presentan un diferencial mayor, no sólo por la demanda de mano de obra y por la densidad de árboles por unidad de superficie- y la consecuente demanda de capital fijo- sino por las condiciones productivas de las zonas, tales como existencia de ganado bovino, porcino, aves, distancia de los viveros, etc; y porque demandan cercado con postes y alambre y mayor pago de flete. En este sentido, se debe pensar en una estructura integral de captura, es decir, una que incorpore todos los sistemas (incluyendo los huertos familiares), para reducir costos de implementación y manejo mediante las compensaciones que se puedan derivar del ahorro de costos fijos e insumos.

Esto en particular porque se detectaron problemas para que en una fase inicial de realización de los sistemas, pudiera pensar en la incorporación de las áreas comunales. En cambio es factible, en el corto plazo, trabajar en las áreas individuales parceladas y tal vez en áreas que, como los potreros ( en la zona tojolabal), tienen dimensiones restringidas, si los comparamos con los bosques comunales que se distinguen por su extensión.

Asimismo, y considerando que la estructura de los bosques es muy heterogénea debido a la actividad humana, se encontraron distintas composiciones de especies y edades. Por ello se pueden clasificar como bosques seminaturales.

Cuadro 11  
**Relación entre los costos, beneficios  
y las condiciones de los recursos forestales**

<b>Costos</b>	<b>Condiciones</b>
Reducción del aprovechamiento anual	Donde la tasa de extracción > tasa de regeneración
Reparación del daño en áreas potenciales	Depende del nivel del daño y de regeneración potencial natural
Desarrollo de planes de manejo integral	Depende de los costos, del nivel de organización social, del nivel de entrenamiento, etc.
Compra de equipo e infraestructura	Depende de la escala y el tipo de las operaciones requeridas
<b>Beneficios</b>	
Se incrementan en el aprovechamiento anual	Donde las tasas de extracción < tasa de regeneración
Se incrementa la productividad	Depende de la efectividad en el plan, de la inversión y del potencial de la regeneración natural
Beneficios ambientales	Depende de múltiples factores: tamaños localización, biodiversidad actual, y de la relación con otras áreas forestales
Ingresos en el largo plazo y flujo asegurado	Depende de la calidad en el manejo

Los costos y los beneficios asociados a una determinada área forestal con las características arriba descritas, pero incorporando principios de manejo sustentable, dependerá de las ventajas de localización y de las circunstancias particulares. Por ejemplo, a nivel de costos, una reducción en el aprovechamiento anual dependerá de las diferencias entre la tasa de extracción y la de regeneración. El Cuadro 11 ilustra esta gama de posibilidades.

Este cuadro indica que los costos y los beneficios para implementar un sistema forestal bajo principios de sustentabilidad, dependen de las condiciones existentes del bosque y de la historia forestal de las áreas en cuestión, es decir de los grados e intensidades de aprovechamiento, de los tamaños, de las complejidades de las especies y del potencial natural de regeneración. En donde las condiciones de los bosques son buenas, por ejemplo, Lomantán y Bajucu, el nivel de aprovechamiento puede, en el corto plazo, traer beneficios derivados del incremento de la extracción anual y de la productividad. Por el contrario, en donde el bosque ha sido severamente dañado, por ejemplo en Palma Real, los costos de regeneración, en el mediano plazo, pueden ser mayores que los beneficios.

Finalmente los sistemas forestales y agroforestales sustentables también dependen de factores sociopolíticos a nivel local y del entrenamiento técnico de los gestores comunitarios, que permita observar la calidad en los esquemas de manejo. En muchos de los casos, el mejoramiento de los bosques semi-naturales puede proporcionar significativos beneficios económicos, mayores que el establecimiento de nuevas plantaciones, ya que: a) los costos iniciales en el mejoramiento de los sistemas establecidos son relativamente bajos; b) los niveles de aprovechamiento de la madera pueden incluirse como capital de inversión; c) existen bajos costos de oportunidad ya que no se plantea la sustitución de las actividades agrícolas; y d) en el corto plazo, se incrementa el valor los bienes ecológicos, al proteger la biodiversidad, los suelos y los mantos freáticos.

## 6. Anexos

### Resumen de datos comunitarios de la zona tzeltal

Comunidad	Chapuyil	Muquenal	JolCalcualha	Alan Cantajal	Segundo Cololteel
Ejido	S. Sebastián Bachajón				
Municipio	Chilón	Chilón	Chilón	Chilón	Chilón
<b>Datos generales</b>					
Fecha de fundación	1915	1935	1845	1795	1935
Superficie total: Ha	300	740	1200	180	245
Ha/Fam/media	10	10	15	10	11
<b>Demografía</b>					
No. de habitantes	120	262	320	160	400
No. de familias	30	50	60	20	35
No. de familias con derecho a la tierra	17	40	70	10	40
1° y 2° lenguas	Tzeltal/Español	Tzeltal/Español	Tzeltal/Español	Tzeltal/Español	Tzeltal/Español
Población hace 50 años	45	160	180	70	80
<b>Datos ambientales</b>					
<b>Suelos</b>					
Nombre común	Ic'alum	Ch'u yuy lum	Ic'alum	Ic'alum	Ic'alum
Clasificación FAO	Andosol	Andosol	Andosol	Andosol	Andosol
Nombre común	Hilum	Cana'lum	Cana'lum	Hium	Cana'lum
Clasificación FAO	Luvisol	Nitosol	Nitosol	Luvisol	Nitosol
<b>Clima</b>					
Época de lluvia	jun.-dic.	jun.-dic.	jun.-dic.	may.-dic.	sep.,nov.y dic.
Época de frío	ene.,oct-dic.	dic.-ene.	nov.-ene.	nov.-dic.	ene. y feb.
Época de vientos	jul.-dic.	agosto	abr.,jul.-ago.	ago. y dic.	dic. y ene.

<b>Comunidad</b>	<b>Chapuyil</b>	<b>Muquenal</b>	<b>JolCalcualha</b>	<b>Alan Cantajal</b>	<b>Segundo Cololteel</b>
<i>Vegetación natural (ha)</i>					
Selva perennifolia					
Primaria	30	80	450	15	0
Secundaria	5	20	50	5	0
<i>Cambios en la vegetación (ha)</i>					
Extensión boscosa hace 50 años	180	350	900	40	35
<i>Uso de suelo</i>					
Acahual 1-5	65	200	140	24	45
Pastizal	16	55	10	2	13
Milpa	80	100	400	34	60
Cafetal	50	198	72	68	100
<i>Aprovechamiento de recursos naturales</i>					
<i>Autoconsumo</i>					
Madera leña	1 tercio/día	1 tercio/día	1 tercio/día	1 tercio/día	2 m <sup>2</sup> al mes
Spp.	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos
Madera carbón	0	0	0	0	0
Spp.	0	0	0	0	0
Construcción	horcón/tabla	horcón/tabla	horcón/tabla	horcón/tabla	horcón/tabla
Spp.	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos
Caza y pesca	Caza	Caza	Caza	Caza	Caza
Plantas medicinales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Spp.	Varios	Varios	Varios	Varios	Varios
Plantas medicinales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Spp.	Varios	Varios	Varios	Varios	Varios

Comunidad	Chapuyil	Muquenal	JolCalcualha	Alan Cantajal	Segundo Cololteel
<i>Explotación comercial (en N\$)</i>					
Motosierrista					
Costo/conver/do cena	100	80	100	130	90
Compra de madera por pie	No se vende	No se vende	No se vende	80	IF
Aserraderos					
Fecha	No	No	No	No	No
Cantidad	0	0	0	0	0
Ha ó m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
Precio	0	0	0	0	0
Precio de mercado (en N\$)					
En pie	No se vende	No se vende	No se vende	No se vende	Sí
Tabla/Docena	0	0	0	0	Sí
Viga	0	0	0	0	Sí
Regla de techo	0	0	0	0	
Carboneras					
Precio de compra de leña	0	0	0	0	0
Precio de venta	0	0	0	0	0
Control de explotación					
Hay/No hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay
Interior/exterior	Interior	Interior	Interior	Interior	Interior
Programas de reforestación					
Fecha	1990	No	No	No	No
Especies	Cedro	0	0	0	0
Promovido por	Pajal	0	0	0	0

Comunidad	Chapuyil	Muquenal	JolCalcualha	Alan Cantajal	Segundo Cololteel
<i>Producción agrícola</i>					
Cultivos temporales					
Cultivo	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
Rendimiento por ha	2 ton/ha	2 ton/ha	1 ton/ha	20 sonte/ha	1 a 1.5 ton/ha
Precio de venta	No se vende	No se vende	No se vende	No se vende	N\$12kg
Autoconsumo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Asociaciones cultivos	Frijol/Calabaza	Frijol	Frijol/Calabaza Moza	Frijol/Calabaza	Calabaza/Chayot e Camote
Agroquímicos	Gram/Trasq	Gram/Trasq	Gram/Trasq	Gram/Trasq	Gram/Trasq
Prácticas culturales	Tradicional	Tradicional	Tradicional	Tradicional	Tradicional
1 ó 2 siglos potencial/año	1	1	1	1	1
Periodo de descanso (años)	2 a 5	3 a 5	5 a 6	3 a 5	2

Periodo de cultivo	1 a 2	1 a 2	1 a 2	1 a 2	1 a 2
Asociaciones árboles	Varios	Varios	Varios	Varios	Varios
Funcionamiento	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho
<b>Cultivos perennes</b>					
Cultivo	Café	Café	Café	Café	Café
Rendimiento/ha	6 quintales	15 quintales	8 quintales	15 quintales	30 a 50 quintales
Precio de venta (en N\$Kg)	12.30	13.00	12.00	10.00	12.00
Asociaciones/cultivos	Plátano	Plátano	Plátano	Plátano	Guineo
Agroquímicos	Fungicidas/Insecticidas	Fungicidas/Insecticidas	Fungicidas/Insecticidas	Fungicidas/Insecticidas	Fungicidas/Insecticidas
Prácticas culturales	Rústico	Rústico	Rústico	Rústico	Rústico
Periodo de maduración (años)	3	3	3	3	3

<b>Comunidad</b>	<b>Chapuyil</b>	<b>Muquenal</b>	<b>JolCalcualha</b>	<b>Alan Cantajal</b>	<b>Segundo Cololteel</b>
Periodo productivo (años)	6	6	6	6	6
Asociaciones arbóreas	Varios	Varios	Varios	Varios	Varios
Funcionamiento	Sombra	Sombra	Sombra	Sombra	Sombra
<b>Ganadería</b>					
Ganado	Vacuno	Vacuno	Vacuno	0	Vacuno
No. de cabezas	16	21	50	0	25
Asociación arbóreas	0	0	0	0	Guabo/Coqte
<b>Socioeconomía</b>					
Centros de mercado	Ocosingo	Ocosingo	Ocosingo	Ocosingo	Ocosingo
Cabeceras municipales	Chilón	Chilón	Chilón	Chilón	Chilón
Autoridades	Agente ejidales	Agente y comisariado	Comisariado	Agente	Agente
Distribución de la tierra	10 ha/familia	10 ha/familia	15 ha/familia	10 ha/familia	7 ha/familia
Tenencia de la tierra en las áreas boscosas	Ejidal/comunal	Ejidal/comunal	Ejidal/comunal	Ejidal/comunal	Ejidal/comunal
Acceso a extractos	Comunitario	Comunitario	Comunitario	Comunitario	Comunitario
<i>Empleo migratorio o temporal</i>					
Tipo	0	Pemex	0	0	Maestros
Ganancia N\$	0	25 día	0	0	1,000 mes
Épocas del año	0	junio y julio	0	0	Anual
Localidades	0	Veracruz	0	0	Varios
<i>Asistencia institucional</i>					
Gobierno	Varios	Varios	Varios	Varios	Varios
ONG	Pajal	Pajal	Pajal	Pajal/CDH.AC.	Pajal

<b>Comunidad</b>	<b>Chapuyil</b>	<b>Muquenal</b>	<b>JolCalcualha</b>	<b>Alan Cantajal</b>	<b>Segundo Cololteel</b>
------------------	-----------------	-----------------	---------------------	----------------------	--------------------------

<i>Grupos internos</i>					
Nombre	Padres de familia				
Función	Escolar	Escolar	Escolar	Escolar	Escolar
Nombre	0	Com.Luz	0	0	0
Función	0	Electricidad	0	0	0
<i>Servicios</i>					
Agua potable	No	No	No	No	No
Electricidad	No	No	No	No	No
Drenaje	No	No	No	No	No
<i>Comunicaciones</i>					
Radio	No	No	No	No	No
Teléfono	No	No	No	No	No
<i>Infraestructura</i>					
Distancia a la carretera	1 Km	0 Km	12 Km	8 Km	1 Km
Distancia al mercado	40 Km				
<i>Educación</i>					
Kinder	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Primaria	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Secundaria	No	No	No	No	No
<i>Problemas con la producción</i>					
Plagas	Broca y roya	Brocas y roya	Broca y roya	Broca y roya	Broca y roya
Fertilidad	0	0	0	0	0
Clima	0	0	Viento/Maíz	0	0
<i>Comercialización (café)</i>					
Transporte	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Mercados	Precio	Precio	Precio	Precio	Precio
Procesamiento	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua

### Resumen de datos comunitarios de la zona tojolabal

<b>Comunidad</b>	<b>Jusnajib</b>	<b>Yalumá Villa</b>	<b>Lomantán</b>	<b>Palma Real</b>
Ejido	Jusnajib	Villa-Hermosa	Lomantán	Palma Real
Municipal	Comitán	Comitán	Las Margaritas	Las Margaritas
<b>Datos Generales</b>				
Fecha de fundación	1880	1908	1920	1925
Población original	480	No saben	480	200
Superficie total	3800	3085	2900	819
Ha/Fam/media	3 a 4	1 a 20	2	5
<b>Demografía</b>				
No. de habitantes	672	1954	787	320
No. de familias	160	374	101	74
No. de personas con derecho a la tierra	79	150	70	
1* y 2* lenguas	Español	Español	Tojolabal y español	Tojolabal y español
Población hace 50 años	480	750	480	320
<b>Datos ambientales</b>				
<b>Suelos</b>				
Nombre común	Crigilum	Tierra negra	Ki'lum	Ki'lum
Clasificación	Andosol	Andosol	Andosol	Andosol

FAO				
Nombre Común	Tierra colorada	Tierra colorada	Chakalum	Chakalum
Clasificación FAO	Litosol	Litosol	Litosol	Litosol
Nombre Común	Tierra blanca	Jicab	0	0
Clasificación FAO	Nitosol	Nitosol		

Comunidad	Jusnajib	Yalumá Villa	Lomantán	Palma Real
<b>Clima</b>				
Época de lluvia	abr. a oct.	abr. a nov.	may. a jul.	abr. a dic.
Época de frío	nov. a ene.	jul. a dic.	nov. a dic.	nov. a ene.
Época de vientos	nov. a feb.	feb. a dic.	feb. a may.	feb. y mar.
<b>Vegetación natural (ha)</b>				
<b>Bosque/pino y pino-encino</b>				
Primaria	2000	50	1100	40
Secundaria, (incluso matorral)	575	550	400	60
<b>Cambios en la vegetación</b>				
Extensión boscosa hace 50 años	3000	600	1500	600
<b>Uso de suelo</b>				
Acahual 1-5	200	410	340	0
Pastizal	100	250	6	400
Milpa	600	1500	400	300
Cafetal	0	0	0	0
<b>Aprovechamiento de recursos naturales</b>				
<b>Autoconsumo</b>				
Madera leña	120 leños/sem.	300 leños/se/fa	15 Cargas/sem.	1 m <sup>3</sup>
Spp.	todos	Todos	Todos	Todos
Madera carbón	0	0	0	0
Spp.	0	0	0	0
Construcción	horcón/tabla	horcón/tabla	horcón/tabla	horcón/tabla
Spp.	Varios	Varios	Varios	Varios

Comunidad	Jisnajib	Yalumá Villa	Lomantán	Palma Real
Caza y pesca	Caza/Pesca	Caza	Caza	Caza
Spp.	Algunos	Varios	Varios	Varios
Plantas comestibles	Hongos	Hongos	Hongos	Hongos
Spp.	Varios	Varios	Varios	Varios
Plantas medicinales	Sí	No	Sí	Sí
Spp.	Variso	0	Varios	Varios
<b>Explotación comercial</b>				
<b>Motosierristas</b>				
Costos/conver/d ocena (N\$)	34	24	40	30
Compra de madera en pie	?	0	50	100

<b>Aserraderos</b>				
Fecha	1970	No	No	1970
Cantidad	500m <sup>2</sup>	0	0	800m <sup>2</sup>
Precio (N\$)	?	0	0	20/m <sup>2</sup>
Precio de mercado (N\$)				
En pie	?	0	50	100
Tabla/Docena	50	0	40	25
Viga	5/metro	0		30
Regla de techo	3/5metro	0	2/metro	30/3metro
<b>Carboneras</b>				
Precio de compra de leña	0	0	0	0
Precio de venta	0	0	0	0

<b>Comunidad</b>	<b>Jisnajib</b>	<b>Yalumá Villa</b>	<b>Lomantlán</b>	<b>Palma Real</b>
<b>Control de la explotación</b>				
Hay/No hay	Hay	Hay	Hay	Hay
Interior/exterior	Interna	Interna	Interna	Interna
<b>Programas de reforestación</b>				
Fecha	1993	1992	1990	No
Superficie	5	5	1	0
Promovido por	SDR.Paj:	SDR.	Autoridades	0
<b>Producción agrícola</b>				
<b>Cultivos temporales</b>				
Cultivo	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
Rendimiento por ha	1 ton	2.5 ton	1 ton	1.5 ton
Precio de venta		N\$500		N\$600
Autoconsumo	Sí	Sí	SÍ	Sí
Asociación de cultivos	Frijol/calabaza	Frijol/Calabaza Chile	Frijol/Calabaza	Frijol/Calabaza
Agroquímicos	Sí	Sí	Sí	Sí
Prácticas culturales	Barbecho	Barb. y Lab. cero	Pul-Ha	Pul-Ha
1 ó 2 siglos potencial/año	1	1	1	1
Periodo de descanso(años)	0	0	0	0
Periodo de cultivo	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
Asociaciones arbóreas	Varios	Espino	Roble Pino	0
Funcionamiento	Cerco	Cerco	IF	0

<b>Comunidad</b>	<b>Jisnajib</b>	<b>Yalumá Villa</b>	<b>Lomantlán</b>	<b>Palma Real</b>
<b>Cultivos perennes</b>				
Cultivo	Frutales y café de traspatio			
<b>Ganadería</b>				
Ganado	Vacuno	Diverso	Diverso	Diverso
No. de cabezas	400	1200	1730	150
Asociaciones arbóreas	Sí	Varios	No	No
<b>Sociedad</b>				
Centros de mercado	Comitán	Margaritas	Comitán	Comitán
Cabeceras	Comitán	Comitán	Margaritas	Margaritas

municipales				
Autoridades	Autoridades municipales	Autoridades municipales	Autoridades municipales	Autoridades municipales
Distribución de la tierra	3 a 4 ha/flia.	1 a 10 ha/flia.	2 ha/flia.	5 ha/flia.
Comunidad	Juznajib	Yalumá Villa	Lomantán	Palma Real
Tenencia de la tierra en las áreas boscosas	Comunal/ejidal	Comunal/ejidal	Comunal/ejidal	Comunal/ejidal
<b>Asistencia institucional</b>				
Gobierno	Procampo	Créditos	SARH	Procampo
ONG	Paja	Pajal	Pajal	Pajal

Comunidad	Jisnajib	Yalumá Villa	Lomantán	Palma Real
<b>Grupos internos</b>				
Nombre	Cooperativas	Patronales	Padres de familia	Patronatos
Función	Transporte	Gestoria	0	Gestoria
Nombre	Comisión	0	0	Comisión
Función	Electrificación	0	0	Educ. y Agua
<b>Servicios</b>				
Agua potable	No	No	No	No
Electricidad	Sí	Sí	Sí	Sí
Drenaje	No	No	No	No
<b>Comunicaciones</b>				
Radio	No	No	Sí	Sí
Teléfono	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Infraestructura</b>				
Distancia a la carretera	60 metros	0 Km	0 Km	3.5 Km
Distancia al mercado	20 minutos	20 Km	30 Km	2 horas
<b>Educación</b>				
Kinder	Sí	Sí	Sí	Sí
Primaria	Sí	Sí	Sí	Sí
Secundaria	No	Sí	Sí	No
<b>Problemas con la producción</b>				
Plagas	Sí	Varios	Varios	Sí
Fertilidad	Sí	Sí	Sí	Sí
Clima	0	Viento	0	Secada

Comunidad	Jisnajib	Yalumá Villa	Lomantán	Palma Real
<b>Comercialización</b>				
Transporte	Costo	Costo	Falta	Costo
Mercado	Bajos precios	Bajos precios	Bajos precios	Bajos precios
Comprador	Sí	Sí	Falta organización	Sí

## 7. Bibliografía

**Andrasko, K., K He aton and S. Winnett**, 1991. "Estimating the costo of foest sector management options: overvier of site, national and global analysis", En D. Howlett and C. Sargent (eds): Procc. Tech. Workshop to Explore Options for Global Forest Management. April 1991, Bankok Thailand. London IIED.

**Andres, R.J., G. Marland, T. Boden and S.Bischoff**, 1994: "Carbon dioxide emission from fossil fuel consumption and cement 1751 and an estimate for ther isotopic composition and latitudinal distribution". En: *The Carbon Cycle*. T.M.L. Wigley and Schimel (eds.) Cambridge University Press. Standfor, CA.

**Alfaro, M.M. y Rojas**, 1992. "Sistemas agroforestales en la cuenca superior del Río Nosara (Guanacaste, Costa Rica)". En: Montagnini, F. (Ed.) *Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos*. San José, Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales. pp. 277-330.

**Bavappa, K. V. A. y V. J. Jacob**, 1982. "High-intensity multispecies cropping: a new approach to small-scale farming in the tropics". En: *World Crops* (marzo-abril), 47-50

**Bishop., J.P.**, 1982. "Agroforestry systems for the humid tropics east of the Andes". En: Hecht, S. B. (Ed.) *Amazonia, Agriculture and Land Use Research*, pp. 403-416. CIAT. Cali, Colombia.

**Boonkird, S.A., E. C. M. Fernandes y P. K. R. Nair**, 1984. "Forest villages: an agroforestry approach to rehabilitating forest land degraded by shifting cultivation in Thailand". En: *Agrof. Syst.* 2: 87-102

**Borthakur, D. N., R. N. Prasad, S. P. Gosh, A. Singh, R. P. Singh, R.P. Awarthi, R. N. Rai, A. Varma, H.H. Datta, J. N. Sachan y M. D. Singh**, 1979. *Agroforestry based farming system as an alternative to Jhuming* ICAR Research Complex, Shillong, India

**Brown, S. et al.**, 1989. "Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data". En: *Forest Science*, vol. 35 (4): 881-902

**Budowsky, G.**, 1993, "Agroforestería : una disciplina basada en el conocimiento tradicional". En: *Revista Forestal Centroamericana*, mayo-junio, pp. 14-18

**Catana, A. J.**, 1963. "The wandering quarter method of estimating population density". En: **Ecology**, vol. 44: 349-360

**Detwiler, R. P. and C. A. Hall**, 1989. "Tropical forest and the global carbon cycle". En: *Science*, 239, 43-47

**De Jong Ben and Montoya, G.**, 1994. "Sustainable management of forest resources: a proposal for the higlands of Chiapas, México". En: *The proceedings of the 6 Th symposium: Management for a global economy eith a global resource concern*. Pacific Grove, CA

**Dixon, R.K., K. J. Andrasko, F.G. Sussman., M. A. Lavinson., M. C. Trexler and T.S. Vinson**, 1993 "Firest sector carbon offset projects: near-term oportunities to mitigate greenhouse gas emission". En. *Water, Air and Soil Pollution*, 70: 561-577

**Face** (Forest Abosbing Carbondioxyde Emission), 1994. *Annual Report* 1993, Arnhem, Netherlands, May 1994.

**Gastes M. David**, 1993, *Climate change and its biological consequences*. Sinauer, Associates Inc., Sunderland, Massachusetts

**Gobierno del Estado de Chipas**, 1992. *Plan estatal de desarrollo 1989-1994. Anexos estadísticos*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

**Gobierno del Estado de Chiapas**, 1989. *Plan estatal forestal*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

**González, M.**, 1992 "Plantaciones foretales combinadas con producción lechera en la finca La Esmeralda (San José, Costa Rica)". En: Montagnini, F. (comp.) *Sistemas agroforetales. Principios y aplicaciones en los trópicos*, San José Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales, pp. 347-377

**Hartwick, J. M** 1993. "Deforestation and national accounting". En: *Environmental and Economics Resources*, vol, 2; No. 5.

Houghton, R. A. 1990. "Emissions of greenhouse gases". En: Meyers, N. de *Deforestation rates in tropical forest and their climatic implications*. Friends of the Earth

**Houghton, R. A., R. D. Boone, J. M. Melillo, C. A. Palm, G. M- Woodwell, N. Myers, B. Moore and D. L. Skole**, 1985a. "Net Flux of CO<sub>2</sub> from tropical forest in 1980". En: *Nature*, 316, 617-620

**Houghton, R. A., W. H. Schlesinger, S. brown and J. F. Richards**, 1985b. "Carbon dioxide exchange between the atmosphere and terrestrial ecosystems". En *Atmosphere and Terrestrial Ecosystem, in the atmosphere and Terrestrial Ecosystem, in the atmospheric carbon dioxide an the global carbon cycle*, J. R. Trabalka, (ed.), US Department of energy, DOE/ER-0239 Washinton D.C.

**Houghton, R.A., G. M. Woodwell, R.A. Sedjo, R.P. Detwiler, C.A. Hall and S. Brown**, 1988. "The global carbon cycle". En: *Science*, 241, 1736-1739.

**Houghton, R. A., and D. L. Skole**, 1990b. "Changes in the carbon cycle between 1700 and 1985". En: *The Earth Transformed by Human Action*,. B.L. Turner (ed.), Cambridge.

**IPPC** (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1990. *Climate Change* Report prepared for IPPCC, Working Group 1. Edited by J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums. CUP

**IPPC** (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1995. *Climate change 1994: Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios*. Edited by J.T. Houghton, L. G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris and K. Makell, CUP

**INEGI**, 1993. "Anuario estadístico del estado de Chiapas". Aguascalientes, México

**Kass, D., J. F. A: Barrantes, W. Bermúdez, W. Campos, M. Jiménez y J. Sánchez**, 1989. "Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (alley cropping) en La Montaña, Turrialba, Costa Rica". En: *El Chasqui* (Costa Rica). 19: 5-24

**Marland, G.**, 1988. *The Prospect of Solving the CO<sub>2</sub> Problem Through Global Reforestation*, DOE/NBB-0082, Washinton D.C. Unitates States Department of Energy, Office of Energy Reserch

**Moench, M**, 1991 "Soil erosion under a successional agroforestry sequence. a casestudy from Idukki District, Karala, India". En: *Agrof. Syst.* 15: 31-50

**Montoya, G. Guillermo**, 1994. *Dinámica y evolución de la producción forestal maderable en México: 1950-1992*. Tesis de maestría, UNAM., México

**Montoya, G. Guillermo**, 1995 "Subsector forestal en los Altos de Chiapas y las reformas al Artículo 27 constitucional" En: *Memorias del Simposium Iniquidad y pobreza en el sureste de México*, UAM-Iztapalapa, México D.F. (En prensa)

**Nair, P. ,K. R.** 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 499 pp

**Neftel, A. E., E. Moor, H. Oeschger, F. Zurcher and R. C. Finkel**, 1985."Evidence from polar ice cores for the increase in atmospheric CO<sub>2</sub> in the past two centuries". En: *Nature*, 315: 45-47

**Nordhause, D. W.** 1991 "Economic approaches to greenhose warming" Tomado de Rudiger Dornhush y James M. Postba *Global warming: economic policy*. MIT Press

**Nordhause, D. W.**, 1992. "An optimal transition path for controlling greenhouse gases". En: *Science*, 258: 1315-1319.

**Pearce, D.**, 1992. *Economic Valuation and Natural World*. Draft material for World Development: Report: Development and Natural World Bank, Washinton D.

**Purchasing News** . Import-Export Wood, vol. 21; n° 6, junio-julio de 1995

**Rotty, R M. y Marland** 1986. *Producción of CO<sub>2</sub> form fossil fuel burning by fuel type*, 1860-1962. Report NDP-006, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, EUA.

**Sánchez, P. A.**, 1981. *Suelos del Trópico, Características y Manejo*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 634 pp.

**SARH** 1989. *Plan estatal forestal del estado de Chiapas, 1989-1994*. México

**SARH** 1992 *Inventario nacional forestal. Gran visión*. Primera edición, México

**Sarmiento, J. L., J.C. Orr y U. Siegenthaler**, 1990. "A perturbation simulation of CO<sub>2</sub> uptake in an ocean general circulation model" Enviado a. *J. Geophys. Res*

**Sedjo, R.A. y A.J. Solomon**, 1991. "Climate and Forest" En: N. S. Roenberg et al. (eds.) *Greenhouse Warming: abatement and adaptation*. Workshop Proceedings. Washington. D.C.

**Soto Pinto M. L., L. T. Szott, D.C. L. Kass**, 1993, "Dynamics of efficiency use in crops amended with Erythrina". En: Westley. S.B. y M. H. Powell (eds.) *Erythrina in the New and Old Worlds. Nitrogen Fixing Tree Research Reports*, Special Issue, 1993: 138-148

**Soto Pinto M. L., M. J. Ruíz, B. de Jong, G. Jiménez F, J. Nahed, T**, 1995. "Plantas útiles para el diseño de sistemas agroforestales en el área Maya-Tzotzil de Los Altos de Chiapas": Ponencia presentada en el III Congreso Internacional de Mayistas, Chetumal, Quintana Ro, de 19 al 14 de julio.

**Soto Pinto M. L., L. T. Szott, D.C. L. Kass**, 1993 "Dynamics of efficiency use in crops amended with Erythrina". En: Westley, S. B. y M.H. Powell (ed.). *Erythrina in the New and Old Worlds. Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. Número especial

**Swiser, J.N.**, 1991. "Cost and performance of CO<sub>2</sub> storage en forestry projects"

**Synnot, T.**, 1995 Comunicación personal en el Forest Stewardship Council. Oacaxa, México

**Trexler, M. C.**, 1991 *Minding the carbon store: weighing US forestry policies to slow global warming*. Washinton, World Resources Institute

**Vitousek, P. M. et al.**, 1986. "Global environmental change: an introduction". Department of Biological Sciences. Stanford University, CA; 1986. Tomado de "Human appropriation of products of photosynthesis". *Biosciences* 36: 368-373.