



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



CAMPUS V

Alternativas tecnológicas para la mitigación de emisiones de CO₂ por
el uso de leña en dos comunidades del municipio de Villaflores,
Chiapas

TESIS

que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA TROPICAL

Por

Alonso López Cruz

Director de tesis

Dr. Heriberto Gómez Castro

Villaflores, Chiapas

Diciembre, 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



CAMPUS V

Alternativas tecnológicas para la mitigación de emisiones de CO₂ por
el uso de leña en dos comunidades del municipio de Villaflores,
Chiapas

TESIS

que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA TROPICAL

Por

Alonso López Cruz

Director de tesis

Dr. Heriberto Gómez Castro

Villaflores, Chiapas

Diciembre, 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V
DIRECCIÓN



VILLAFLORES, CHIAPAS
22 DE NOVIEMBRE DE 2018
OFICIO N° DY1013/18

C. ALONSO LÓPEZ CRUZ
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado, designado para su evaluación profesional, de la tesis titulada: "Alternativas tecnológicas para la mitigación de emisiones de CO₂ por el uso de leña en dos comunidades del municipio de Villaflores, Chiapas", por esta conducta le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"


M. C. JAIME LLAVÉN MARTÍNEZ
DIRECTOR



C. c. p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS



Facultad de Ciencias Agronómicas,

Campus V

Esta Tesis titulada "ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ POR EL USO DE LEÑA EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS", fue realizada por el ING. ALONSO LÓPEZ CRUZ, bajo la dirección y asesoría del Comité Tutorial indicado, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMITÉ TUTORIAL
DIRECTOR DE TESIS

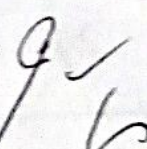


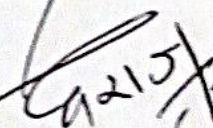
DR. HERIBERTO GOMEZ CASTRO

ASESORES

DR. RENE PINTO RUIZ

DR. DEB RAJ ARYAL







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS



Facultad de Ciencias Agronómicas,

Campus V

Esta Tesis titulada "ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ POR EL USO DE LEÑA EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE VILAFLORES, CHIAPAS", realizada por el ING. ALONSO LÓPEZ CRUZ, ha sido aprobada por la Comisión Revisora indicada, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMISIÓN REVISORA

DR. HERIBERTO GOMEZ CASTRO

DR. RENÉ PINTO RUIZ

DR. DEB RAJ ARYAL

Dedicatoria

A mis padres, Fernando (+) y Evangelina

Que son las únicas personas del mundo siempre incondicionales, me han hecho reír, secado las lágrimas, me ha visto triunfar, me ha visto fallar, me han regañado me han consentido, pero siempre están a mi lado.

A mis hermanas Marisol y Susi

Por el apoyo que siempre me dieron para salir adelante.

A mi familia

A Dilcia, mi esposa, por su cariño y apoyo incondicional, por su tiempo, paciencia y sacrificios, por compartir el sueño de vivir en favor de los que menos tienen. Así como a mis hijos Karla Ivonne, Valeria y Darwin, por ser nuestra alegría y darnos motivos para seguir preparándonos.

A ellos, indígenas y campesinos, hombres y mujeres de las comunidades rurales que en su pobreza nos enseñan la alegría de vivir, de compartir y de luchar en favor de la sociedad que aun sin conocerlos hacen lo que este a su alcance para brindar un mejor medio ambiente. **A ellos** porque tienen derecho a vivir en condiciones más dignas.

Agradecimientos

Personales

Primeramente, quiero agradecer a **Dios** por permitirme disfrutar de este momento y estar acá compartiendo este logro con todo aquel que quiera consultar este documento.

Agradezco al Dr. Heriberto Gómez Castro por el tiempo que dedicó a mi formación como investigador, por su apoyo, compromiso y por la libertad con la que pude desarrollar mi trabajo de investigación. Al Dr. Rene Pinto Ruíz y Francisco Guevara Hernández por sus experiencia y consejos para la finalización de este producto.

Agradecer a Carlos y Roldan y a los chicos de prácticas profesionales Lázaro, Edgar y Fausto quienes fueron parte importante en los trabajos de campo, ¡Gracias!!!.

Al Dr. Deb RAj Aryal, por su apoyo incondicional y por sus apreciables consejos en el desarrollo de esta investigación

Institucionales

El trabajo individual no significa nada sin la contribución de los que nos rodean, este proyecto es el resultado del esfuerzo de muchas personas. Agradezco a la MCPAT, UNACH y la Facultad de Ciencias Agronómicas (FCA) por los recursos destinados a mi formación y por permitirme realizar mis estudios de Maestría en Ciencias, mismos que me permitieron colaborar internacionalmente con investigadores cuyo trabajo y compromiso motivaron el desarrollo de este proyecto. Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de quién fui becario durante mis estudios de posgrado.

Asimismo, agradezco al Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria de la FCA por el apoyo que me brindaron durante todo mi proceso de formación.

Agradezco enormemente a la estrategia México REDD+ por ser parte importante en el financiamiento de las actividades de este proyecto y en especial a Juan Manuel, Martha, Gloria y Guadalupe.

A mis compañeros de BIOMASA, AC quienes me dieron la oportunidad de desarrollarme personalmente y darme toda la buena vibra para salir adelante y lograr este objetivo de la maestría.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS,



CAMPUS V

Esta Tesis titulada **“ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ POR EL USO DE LEÑA EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS”**, forma parte del proyecto “Implementación de estrategias y actividades de manejo de recursos naturales en el municipio de Villaflores, Chiapas, para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático” financiado por la Alianza México REDD+ y ejecutado por Biodiversidad, Medio Ambiente, Suelo y Agua, AC.

Además, se incluye la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Producción Animal, Ambiente e Innovación Local, del Cuerpo Académico En Consolidación Agroforestería Pecuaria.

Asimismo, se incluye la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Sistemas Integrados de Producción, de la Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.1.3 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Efecto invernadero	4
2.2 Cambio climático	5
2.3 Efectos del cambio climático.....	6
2.3.1 Efectos del cambio climático en el agua.....	6
2.3.2 Efecto del cambio climático en la agricultura	7
2.3.3 Efecto del cambio climático en asentamientos humanos.....	7
2.3.4 Efecto del cambio climático en la salud	8
2.3.5 Efecto del cambio climático en la biodiversidad	9
2.4 Emisiones de GEI.....	9
2.5 Uso de recursos forestales	10
2.5 Consumo de leña en el sector rural	11
2.5.1 Patrones de consumo de leña en México.....	12
2.6 Composición de la leña	14
2.7 Captura de carbono atmosférico.....	14
2.4 Adaptación y mitigación al cambio climático	15
2.4.1 Los bosques y su papel en la mitigación del cambio climático	15
2.5 La deforestación por cambio de uso de suelo.....	16
2.6 Métodos de cuantificación de CO ₂	17

2.7 Alternativas tecnológicas de mitigación de CO ₂	19
2.7.1 Estufas eficientes de leña	19
2.7.2 Bancos dendroenergéticos.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio	22
3.1.1 Características geográficas de las comunidades.....	23
3.2 Dinámica de uso de suelo.....	24
3.2.1 Diagrama y mapeo histórico de recursos naturales.....	24
3.3 Identificación de especies forestales usadas como combustible	25
3.4 Cuantificación de especies forestales	25
3.5 Cuantificación del volumen de combustible disponible	27
3.6 Cuantificación del consumo de leña	28
3.7 Impacto de las alternativas tecnológicas.....	29
3.8 Cuantificación de CO ₂	29
3.9 Selección de árboles para leña.....	30
3.10 Plan comunitario de manejo y producción de recursos	31
3.11 Análisis estadístico	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1 Reseña histórica del área de estudio.....	34
4.2 Dinámica en el cambio de uso de suelo.....	34
4.3 Especies forestales usadas como leña en la comunidad	44
4.3.1 Selección cualitativa de especies para leña	48
4.3.2 Índice de preferencia de las especies utilizadas como leña	49
4.4 Volumen de leña.....	52
4.4.1 Leña disponible en el área de estudio	52
4.4.2. Consumo de leña en el área de estudio	53
4.5 Impacto de las alternativas tecnológicas.....	54
4.6 Plan comunitario de manejo y producción de recursos naturales	56
4.6.2 Propuesta de políticas de manejo de los recursos	57
4.6.3 Características de las UGT	57
4.6.4 Lineamientos de uso de los recursos naturales.....	59

4.6.1 Ordenamiento territorial comunitario	61
5. CONCLUSIONES	64
6. LITERATURA CITADA.....	65
Anexos.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo final de energía en el sector residencial 1965-2003) PJ/año	13
Figura 2. Localización geográfica de las comunidades.....	23
Figura 3. Diagrama del conglomerado.....	26
Figura 4. Uso de clinómetro para medir la altura del árbol, basado en el manual del INFyS	27
Figura 5. Comparación de la dinámica del uso de suelo con base en el conocimiento de los productores de la comunidad Belén.	39
Figura 6. Comparación de la dinámica del uso de suelo con base en el conocimiento de los productores de la comunidad Jerusalén.	40
Figura 7. Clasificación detallada y actual del uso de suelo en la comunidad Belén	41
Figura 8. Clasificación detallada y actual del uso de suelo en la comunidad Jerusalén.....	42
Figura 9. Tendencia en el crecimiento poblacional y la reducción de bosques en el ejido Belén.....	43
Figura 10. Tendencia en el crecimiento poblacional y la reducción de bosques en el ejido Jerusalén.	44
Figura 11. Diámetro altura de pecho (DAP) y altura de los árboles aprovechables para leña en el área de estudio	53
Figura 12. Impacto de alternativas sobre las áreas forestales en la comunidad Belén.....	55
Figura 13. Impacto de alternativas sobre las áreas forestales en la comunidad Jerusalén.....	56
Figura 14. UGT y propuesta para establecimiento de bancos dendroenergético en la comunidad Belén	63
Figura 15. UGT y propuesta para establecimiento de bancos dendroenergético en la comunidad Jerusalén.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Depósitos de carbono y sus características	18
Cuadro 2. Actividades que se desarrollan en los usos de suelo identificados	35
Cuadro 3. Dinámica de uso de suelo del área de estudio.	36
Cuadro 4. Especies forestales que se encuentran en las comunidades Belén y Jerusalén del municipio de Villaflores, Chiapas.	45
Cuadro 5. Diversidad de especies y abundancia de plantas en las comunidades de Belén y Jerusalén, Villaflores, Chiapas.....	46
Cuadro 6. Número y porcentaje de especies aprovechables y no aprovechables en las comunidades de Belén y Jerusalén de Villaflores, Chiapas.	47
Cuadro 7. Especies arbóreas en bosque de Encino no perturbado*.	48
Cuadro 8. Especies de árboles para leña preferidas por las amas de casa	49
Cuadro 9. Evaluación numérica de las especies para leña	49
Cuadro 10. Valores de ponderación	50
Cuadro 11. Orden de preferencia de las especies para leña de acuerdo a la opinión de las mujeres de las comunidades de Belén y Jerusalén	51
Cuadro 12. Orden de preferencia de las especies para leña de acuerdo a la opinión de los hombres de las comunidades de Belén y Jerusalén	51
Cuadro 13. Volumen de leña existente en las comunidades en estudio	52
Cuadro 14. Consumo de leña y producción de CO ₂ según tipo de fogón utilizado	53
Cuadro 15. Producción de leña de un banco dendroenergético.	54
Cuadro 16. Unidades de gestión territorial del área de estudio	57
Cuadro 17. Propuesta de lineamientos por recurso natural del área de estudio...	60
Cuadro 18. Plan de uso de suelo, política y acciones propuestas	62

RESUMEN

En las comunidades rurales existe un desconocimiento sobre el tipo y dimensión de los acervos de carbono con los que cuentan y de la dinámica en la pérdida de áreas forestales, así como del consumo, disponibilidad de leña y la magnitud en que algunas alternativas tecnológicas pueden contribuir a mitigar los efectos producidos por el uso indiscriminado de leña. El objetivo del presente trabajo fue analizar de manera retrospectiva y prospectiva el uso de recursos forestales como combustible y el efecto de escenarios tecnológicos sobre la emisión de CO₂ por el uso de leña en dos comunidades indígenas de Villaflores, Chiapas. Para lograr este objetivo se desarrolló la dinámica histórica del uso de suelo en un periodo de veinte años considerando tres momentos (en su fundación, 10 y 20 años posteriores) en dos comunidades indígenas de la microcuenca de Palestina en Villaflores, Chiapas. Para esto se realizaron recorridos de campo y se tomaron las coordenadas con la ayuda de un GPS; posteriormente se realizó el mapa de vegetación y uso actual del suelo, además, en talleres participativos se realizó una retrospectiva de la vegetación y uso de suelo existente al momento de la fundación de las comunidades y 10 años posteriores a la fundación. A través de otros talleres de diagnóstico se identificaron las especies forestales que usan como leña, complementando la información por medio de encuestas en los hogares y observación directa del tipo de leña utilizada. Se realizaron Índices de preferencia dándole diferentes ponderaciones a los atributos que los productores y amas de casa consideraron que deben estar presentes en la leña. De acuerdo a la opinión de las mujeres la mejor leña es producida por el Encino, mientras que los hombres prefieren al Matarraton. Posteriormente se realizó un inventario forestal para cuantificar el volumen existente (m³), y el consumo de leña de las especies que se usan en las comunidades, para lograr este objetivo se usó la metodología del inventario nacional forestal y de suelos (INFyS, 2010), adaptada a las condiciones del sitio en estudio. Para medir el impacto de las alternativas tecnológicas sobre el consumo de leña y producción de CO₂ se midió el consumo de leña con el fogón tradicional y posteriormente con el uso del fogón ecológico (LORENA). Para las estimaciones se realizaron regresiones lineales y diseños completamente al azar y comparación de medias mediante Tukey. Los resultados muestran la preponderancia del uso de recursos forestales para abrir áreas agrícolas y para el aprovechamiento de leña. Siendo el caso de la comunidad Belén la más impactada, previéndose que para año 2023 se carezca por completo de recursos forestales. Se identificaron en ambas comunidades 40 especies forestales, de las cuales 10 son utilizadas preferentemente para leña. En cuanto al volumen de leña existente en las comunidades, la mayor cantidad de leña se encuentra en las partes altas, mientras que en las partes media y baja se encuentran menor cantidad de leña, pero con un mayor número de especies.

En ambas comunidades el consumo de leña promedio por familia fue de 1712 Kg

por mes, lo que significa una producción de 3138.7 Kg de CO₂, mientras que con el fogón ecológico el consumo de leña por familia se redujo a 896.3 Kg por mes y 1643.2 Kg de CO₂, lo que significa una reducción del consumo y de la emisión de CO₂ del 43.7% Por último, a través de talleres participativos y con los datos obtenidos se consensó junto con las dos comunidades un plan comunitario de manejo forestal y producción de recursos forestales

1. INTRODUCCIÓN

Ha transcurrido más de un siglo desde las primeras advertencias sobre el aumento en la concentración de bióxido de carbono atmosférico (CO_2) debido a la quema de combustibles fósiles pudiera alterar las propiedades ópticas de la atmósfera e inducir cambios en los componentes de la ecuación del equilibrio termodinámico de la Tierra (Arrhenius 1896 y Callendar 1938). Sin embargo, el cambio climático es uno de los fenómenos que ha atraído la atención en las últimas tres décadas a nivel mundial, en donde los gases de efecto invernadero (GEI) juegan un papel importante. Estos gases son liberados a la atmósfera por diversas actividades antropogénicas y actúan atrapando el calor y, por consecuencia, aumentan la temperatura atmosférica. Los gases como el oxígeno (O_2) y el nitrógeno (N_2) son los más abundantes y de los componentes de la atmósfera, el O_2 y el N_2 constituyen el 21% y 78% respectivamente; dentro del 1% restante se encuentran los gases de efecto invernadero. El CO_2 es el GEI de mayor importancia producido a consecuencia de la actividad humana representando un 31%, seguido del metano que tiene el 14%, el óxido nitroso con 8%, mientras que el resto de los GEI están constituidos por pequeñas cantidades de hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Dado que el CO_2 es prevaeciente, es una de las más importantes emisiones abordadas para la mitigación del cambio climático (Toharia 1984, Voituiez 1994 y TNC 2009).

En las zonas rurales de México, la leña cumple una función muy importante en el consumo doméstico de energía y forma parte de procesos de reproducción social que fortalecen tanto la organización comunitaria como la vida familiar. Actualmente alrededor de la cuarta parte de la población mexicana, entre 25 y 28 millones de habitantes cocinan con leña. De éstos, 19 millones de habitantes usan este energético como combustible único para cocinar (INEGI, 2004) y alrededor de 8 millones lo usan en combinación con gas LP. Un alto porcentaje de leña se colecta en áreas forestales cercanas a las localidades y en tierras agrícolas en regeneración; mayormente se obtiene de ramas y madera muerta que se recolecta del suelo de los bosques, pero cuando hay escasez o cuando la leña es para venta también se cortan árboles vivos (Díaz 2000; Díaz y Masera 2003).

En las comunidades rurales se utiliza comúnmente el fogón tradicional (abierto) o de piedras sobre el suelo para cocinar, calentar o hervir el agua y demás actividades domésticas. Asimismo, se llevan a cabo actividades económicas como la siembra de maíz, frijol, crianza de ganado, producción de carbón, entre otras, las cuales producen CO_2 ; además, se practica la apicultura cuya actividad contribuye a la conservación del medio ambiente. Por tales motivos, este efecto puede variar y tener un impacto positivo o negativo en los recursos naturales, en función de las

actividades realizadas por el hombre.

No obstante, en los avances del municipio de Villaflores no se cuenta con suficiente información del efecto de las alternativas tecnológicas sobre la emisión de CO₂, captura de carbono atmosférico y reducción del uso de leña; por cual se pretende conocer de manera detallada la pérdida de recursos forestales; así como, contar con información consistente para fundamentar con certeza el beneficio en la mitigación de CO₂ con el uso de estas alternativas tecnológicas.

Existen alternativas tecnológicas que pueden contribuir a mitigar la emisiones de GEI, como es el caso de los sistemas de producción de leña (bancos dendroenergéticos) y los fogones ecológicos, según Dutt *et al.* 1989, Navia 1992 y Masera 1997, reportaron ahorros que van desde un 34% hasta un 40%; abriendo así la posibilidad para que las comunidades desarrollen alternativas que sean de fácil adopción y que garanticen una operación limpia, económica, ecológica minimizando el efecto ambiental en la generación de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de su vida diaria.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar de manera retrospectiva y prospectiva el uso de recursos forestales como combustible y el efecto de escenarios tecnológicos sobre la emisión de CO₂ por el uso de leña en dos comunidades indígenas de Villaflores, Chiapas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Conocer la dinámica histórica del uso de suelo en las dos comunidades de estudio durante un periodo de veinte años (1995-2015)
- Identificar las especies forestales que mayormente son usadas como combustible en los hogares de las comunidades en estudio
- Cuantificar el volumen existente y el consumo de leña de las especies que se usan en las comunidades
- Evaluar el impacto de las alternativas tecnológicas sobre el consumo de leña y la producción de CO₂
- Elaborar un plan comunitario de manejo y producción de recursos forestales en el área de estudio.

1.1.3 Hipótesis

El uso de fogones ecológicos y el establecimiento de bancos dendroenergéticos tendrán un efecto positivo sobre la reducción del consumo de leña; así como, sobre la presión antropogénica hacia las áreas forestales. Estas actividades incluidas en el plan comunitario de manejo y producción de recursos forestales disminuirá la

producción Dióxido de Carbono de (CO₂) y aumentará la captura de carbono.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Efecto invernadero

El nombre de efecto invernadero (EI) proviene de la similitud con las instalaciones construidas para cultivar plantas en un ambiente más cálido que el exterior; dado que el techo de un invernadero tiene la propiedad de dejar entrar la radiación solar y bloquear la terrestre generada en su interior (Garduño, 1998 e IPCC, 2001).

El efecto invernadero (EI) es un fenómeno natural que siempre ha existido y permite la vida en el planeta; este efecto hace posible almacenar calor en la superficie de la Tierra gracias a la presencia de unos gases denominados de efecto invernadero (GEI). Si no hubiera estos gases en la atmosfera, la temperatura en las noches descendería por debajo de los -10°C , como en la Luna, que haría que la vida tal como la conocemos no exista en nuestro planeta. Sin embargo, este fenómeno que es natural y beneficioso para la existencia del hombre se convirtió en un problema debido a que el ser humano, en su afán por el desarrollo (desde la era industrial hasta a actualidad), comenzó a emitir demasiados GEI, haciendo que la capacidad de almacenar calor se incremente, dando origen a un calentamiento general del planeta, denominado calentamiento global, que ha generado como consecuencia a modificación del sistema climático mundial, distorsionando los ciclos climático del planeta, fenómeno que se conoce como cambio climático (Álvarez-Lam, 2015).

En este contexto, el PACCC¹ (2012) menciona que el cambio climático es un proceso que incluye una variación en el estado del clima, que se expresa en las fluctuaciones del valor medio o en la variabilidad de los factores que la determinan, las cuales persisten durante largos periodos.

La estimación más idónea de la tendencia lineal de la temperatura mundial en la superficie entre 1906 y 2005 apunta un calentamiento promedio de 0.74°C (promedio entre 0.56 y 0.92°C), con una tendencia al calentamiento más acusada durante los últimos 50 años. Nuevos análisis arrojan que para la troposfera inferior y media una tasa de calentamiento similar a las de la superficie de la tierra. Estudios realizados indican que la mayor parte de los incrementos observados en las temperaturas mundiales desde mediados del siglo XX se deben muy probablemente al aumento observado de las concentraciones antropógenas de GEI (IPCC, 2007). Asimismo, el IPCC (2013) reporta el incremento total entre el promedio del período 2003-2012 es de $0,78$ [$0,72$ a $0,85$] $^{\circ}\text{C}$.

¹ Programa de Acción contra el cambio climático de Chiapas, 2012.

2.2 Cambio climático

El cambio climático ha existido desde los tiempos remotos conocido también como variabilidad climática la cual se da de manera natural y es manifestada, por ejemplo, por fenómenos naturales como el evento cálido de El Niño y su contraparte fría, La Niña, conocidos conjuntamente como El Niño Oscilación Sur (ENOS) (Carvajal y Ordoñez, 2008) citado por Quintero-Ángel *et al.*, 2012, de este modo la tierra absorbe la radiación solar (radiación de onda corta, principalmente en la superficie y la redistribuye por circulaciones atmosféricas y oceánicas para intentar compensar los contrastes térmicos, principalmente del ecuador hacia los polos. La energía recibida es reemitida al espacio (radiación de onda larga) para mantener en el largo plazo un balance, ya sea por cambios en la radiación recibida o reemitida o en su distribución en la tierra. Los aumentos en la concentración de los llamados GEI reducen la eficiencia con la cual la tierra reemite la energía recibida al espacio. Parte de la radiación saliente de onda larga emitida por la tierra al espacio es reemitida a la superficie por la presencia de los GEI; así, la temperatura de la superficie se elevará para emitir más energía y aunque parte de ella quede atrapada, suficiente energía saldrá al espacio para alcanzar el balance radiativo que mantiene relativamente el clima estable. Es claro que, si las concentraciones de GEI continúan aumentando, la temperatura de la superficie de la tierra mantendrá una tendencia a positiva. Aun si las emisiones de estos gases se estabilizan, los efectos del calentamiento perdurarán mucho tiempo, pues los gases de este tipo tienen a permanecer por muchos años en la atmósfera (Martínez, *et al.*, 2004).

Por otra parte, el IPCC¹ (2002) nos dice que los cambios en el clima ocurren como resultado de la variabilidad interna del sistema climático y de factores externos (tanto naturales como antropogénicos). Las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles provenientes de actividades humanas modifican la composición de la atmósfera. El aumento de gases de efecto invernadero tiende a calentar el clima de la tierra, y el aumento de los aerosoles puede calentarlos o enfriarlos y estos a su vez, ejercen una presión adicional y ya han comenzado a afectar a la biodiversidad.

Las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero han aumentado desde tiempos preindustriales debido a actividades humanas, sobre todo la utilización de combustibles fósiles y los cambios en el uso y en la cubierta de los suelos. Estos factores, junto a las fuerzas naturales, han contribuido a los cambios en el clima de la Tierra a lo largo de todo el siglo XX: ha subido la temperatura de la superficie terrestre y marina, han cambiado los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones; se ha elevado el nivel del mar, y ha aumentado la frecuencia

¹ Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

e intensidad de los fenómenos asociados con El Niño. Dichos cambios, sobre todo la subida de las temperaturas en algunas zonas, han afectado a la estación de la reproducción de animales y plantas y/o la de la migración de los animales, a la extensión de la estación de crecimiento, a la distribución de las especies y el tamaño de sus poblaciones, y a la frecuencia de las plagas y brotes de enfermedades. Algunos ecosistemas costeros o aquellos en altitud y latitud altas también se han visto afectados por los cambios en el clima regional (IPCC, 2002).

2.3 Efectos del cambio climático

2.3.1 Efectos del cambio climático en el agua

Últimamente se han realizado y se siguen realizando evaluaciones a escala mundial, donde se han encontrado resultados donde se considera que una cuenca¹ padece de estrés hídrico² cuando su disponibilidad de agua por habitante es inferior a 1,000 m³/año (tomando como base promedio histórico de la escorrentía) o cuando el cociente entre la extracción de agua y el promedio anual histórico de escorrentía es superior a 0.4. Un volumen de agua superior a 1,000 m³/año por habitante es normalmente más de lo necesario para usos domésticos, industriales y agrícolas (IPCC, 2008). A nivel global, la calidad del agua superficial y subterránea ha disminuido en los últimos decenios, debido principalmente al crecimiento agrícola e industrial (UN³, 2006).

Según Caballero *et al.* (2007), unos de los efectos más claros es que los glaciares se derriten, tanto en las montañas como en los casquetes polares (Ártico y Antártico). Una consecuencia directa de esto es que, al haber menos agua en forma de hielo en el planeta, la tendencia hacia un aumento en el nivel del mar es lenta pero segura, con lo que las ciudades costeras se encuentran en riesgo cada vez más grande de inundaciones. Para dar una aproximación basta mencionar que ambos casquetes tienen espesores que exceden de los 2 km y pueden llegar hasta los cuatro kilómetros y que la superficie del casquete Ártico (que es más pequeños que el Antártico) es mas de doces la de todo México.

Aguilar (2005) menciona que la disponibilidad del recurso agua está en relación directa con las condiciones climáticas, específicamente en el mayor o menor volumen de precipitación. Con una población más numerosa y con ciudades más grandes, el consumo de agua por habitante se incrementará substancialmente en el futuro cercano. Si ocurre un cambio climático global, aquellos estados que actualmente tienen clima árido y semiárido, es probable que experimenten procesos

¹ Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural.

² El estrés hídrico es un concepto que describe en qué media está expuesta la población al riesgo de falta de agua.

³ Naciones Unidas (UN, por sus siglas en inglés)

de desertificación y/o aridez. Esta condición aumentaría enormemente la vulnerabilidad de las poblaciones en el consumo de agua.

2.3.2 Efecto del cambio climático en la agricultura

En relación a este tema la FAO¹ en 2008, nos dice que los cambios previstos en la frecuencia y gravedad de severos eventos climáticos pueden tener consecuencias para la producción de alimentos y provocar potencialmente el fracaso del cultivo, la perturbación de los bosques, pérdidas de recursos genéticos disponibles para la producción agrícola de alimentos, y cambios regionales en la distribución y productividad de determinadas especies de peces. Según los pronósticos, un incremento de 1°C a 3°C desestabilizará la producción de alimentos sobre todo en las regiones de latitud más baja, mientras que la producción local se verá afectada por el aumento de las sequías e inundaciones recurrentes sobre todo en los ecosistemas secos y tropicales.

Asimismo, OXFAM en 2013 en su informe temático de adversidad creciente señala que, los cambios en el clima ponen en peligro los avances logrados en la lucha contra el hambre y continúa diciendo que esta situación va a empeorar debido a que la producción y los precios de los alimentos se están viendo afectados por la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Hoy, una de cada ocho personas en el mundo se acuesta con hambre. Los análisis sugieren que el número de personas en riesgo de pasar hambre aumentará entre un 10 y 20% para el 2050 como consecuencia del cambio climático.

2.3.3 Efecto del cambio climático en asentamientos humanos

Una preocupación fundamental, asociada a la urbanización, es su alto potencial de vulnerabilidad a un cambio climático debido a menores abastecimientos de agua o mayor incidencia de enfermedades, de acuerdo con la localización geográfica de los asentamientos humanos más importantes (Aguilar, 2005). El abastecimiento de agua será mucho más caro si se mantienen los mismos niveles de consumo, ya que probablemente disminuya la precipitación y aumente el nivel de evaporación. El cambio de clima también tendría repercusiones en la salud humana: existiría mayor "stress" debido a un clima más caluroso; una mayor humedad y temperatura estimularía la expansión de ciertas enfermedades infecciosas y aquellas transmitidas por vector. Una primera condición es que la vulnerabilidad es baja cuando las densidades de población son bajas; una alta densidad incrementa la vulnerabilidad al aumentar el número de víctimas por unidad territorial; al aumentar el número de víctimas, se incrementa el costo social de un cambio climático. Por lo tanto, una alta vulnerabilidad estará asociada a un mayor tamaño de asentamientos

¹ Food and Agriculture Organization

humanos, en los cuales se localiza un gran número de establecimientos industriales, viviendas y vehículos automotores (Scott, et al., 1996).

El análisis de las tendencias en el crecimiento demográfico y en el proceso de urbanización da un panorama bastante preciso de la localización de las principales concentraciones sociales y económicas en el país. Estos datos nos indican cuál es la ubicación de la mayor parte de las fuentes emisoras de gases a la atmósfera; en consecuencia, es posible determinar zonas o regiones con mayor vulnerabilidad a un cambio climático. En este apartado se presentan las principales tendencias en el crecimiento y distribución de la población, por regiones, en el periodo 1970-1990. Se establecen las diferencias entre la población total, la rural y la urbana; y, en los casos más sobresalientes, se destaca el comportamiento de la población metropolitana, o sea, aquella que se localiza en las ciudades más grandes, denominadas zonas metropolitanas.

2.3.4 Efecto del cambio climático en la salud

Según una estimación realizada por OXFAM EN 2013, el cambio climático y sus consecuencias para el hambre y las enfermedades contagiosas provocan hoy la muerte de 400,000 personas cada año en los países más pobres del mundo. Asimismo, menciona que las mujeres con especialmente vulnerables al cambio climático, ya que a nivel mundial son las mujeres quienes desempeñan el grueso de los trabajos agrícolas y esto a su vez se refleja que estas tienen que trabajar más duro y durante más tiempo en condiciones de calor. Esto se refleja en una mayor carga de trabajo e incide en el tiempo y energía que pueden dedicar a cuidar a cuidar de sus hijos y/o realizar labores de cuidado, lo que a su vez reincide en el estado nutricional de los niños cuya tasa de desnutrición infantil crecerá un 20% para el 2050.

La Unión Europea (UE) en el 2009, señala que el cambio climático va afectar a la salud humana ya sea de manera directa (efectos fisiológicos de calor y frío) o indirecta, por ejemplo, alterando los comportamientos (migraciones forzadas más tiempo al aire libre), agravando la propagación de enfermedades transmitidas por alimentos o vectores, o acarreado otros efectos, como las inundaciones. Asimismo, menciona que no todos los efectos del cambio climático son negativos para la salud humana; en las áreas templadas, los inviernos serán más suaves y por lo tanto causarán menos muertes relacionadas con el frío. Estos efectos positivos también impactarán en la producción de alimentos y otras actividades que se realizan al aire libre.

Buerstein (2016) menciona que la toma de conciencia de la importancia de proteger al medioambiente natural y a los servicios ecosistémicos que este genera para la supervivencia humana es incipiente y deberá desarrollarse en las generaciones

futuras. Sin embargo, la conservación de la vida es un instinto de cada ser humano por lo que este aspecto contribuye innegablemente a la acción de los sectores públicos y privados y a la población en general a tomar acciones contra los efectos negativos del cambio climático.

2.3.5 Efecto del cambio climático en la biodiversidad

Harley (2011) menciona que, a escalas más amplias, las observaciones y predicciones sobre los efectos del cambio climático en sistemas fuertemente zonificados (como los bosques montanos o el bentos marino costero) presentan patrones cambiantes de zonificación y se prevé que muchas especies se vayan o ya hayan desaparecido localmente, ya que sus zonas verticales se derrumban en respuesta a cambios bióticos, abióticos y antropogénicos. Por otra parte, la Unión Europea en 2015 menciona que, debido al cambio climático, se prevén múltiples efectos sobre la diversidad biológica que agravarán sus problemas de conservación, por lo que las medidas o acciones dirigidas a conservar y usar de modo sostenible la biodiversidad deben tener en cuenta las necesidades de adaptación al cambio climático. Asimismo, deben considerarse y potenciarse las sinergias positivas entre las políticas de conservación de la biodiversidad y las de mitigación y adaptación al cambio climático, pilares fundamentales en los que se basa la lucha global contra el cambio climático. En este contexto la UE propone como instrumentos para combatir los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas medidas que favorezcan la integridad de los ecosistemas y su resiliencia; así como, que fomenten la conservación, promuevan la conectividad y la permeabilidad de los espacios naturales, especialmente los protegidos.

En cuanto a la biodiversidad México, ocupa el cuarto lugar en número y diversidad de especies animales y vegetales, después de Brasil, Colombia e Indonesia. En su conjunto, las especies conocidas en México representan el 12% de total mundial en una superficie que corresponde al 1.5% del total mundial (CONABIO, 2006 y 2009b).

En este sentido, las especies animales y vegetales del país, hasta ahora amenazadas por la presión de las actividades antropogénicas, también lo están por los efectos del cambio climático; por lo cual, SEMARNAP (1997) en El Estudio de País, presentado en la Primera Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, en su acuerdo del Anexo I inciso “a” se compromete a adoptar políticas nacionales y tomar medidas correspondientes de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropogénicas y protegiendo y mejorando sus sumideros de depósitos de GEI.

2.4 Emisiones de GEI

En el siglo XVIII y bajo la percepción cultural europea el mundo era visto como inagotable, los recursos naturales estaban a disposición del Hombre para ser

usados a su libre albedrío. La domesticación de la energía, basada en los estudios y descubrimientos técnicos y científicos de la época, permitió que poco a poco la intensidad en el uso de los recursos naturales aumentara considerablemente para la segunda mitad del siglo XX. A esto podemos sumarle la percepción de que el planeta Tierra era capaz de recibir, sin detrimento, los desechos generados de la explotación de los recursos naturales, fuesen renovables o no renovables. Ahora la creencia de que el planeta tiene una capacidad infinita se ha modificado sustancialmente y aunque no se ha generalizado del todo, sabemos que la actividad humana es capaz de generar un impacto ambiental considerable en la Tierra

Las emisiones de GEI asociadas a una actividad se pueden clasificar según se trate de emisiones directas o indirectas.

- Las emisiones directas son emisiones de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad
- Las emisiones indirectas son emisiones que son consecuencia de las actividades que realiza el sujeto, pero que tienen lugar en fuente que posee o controla otro sujeto (GPCEGEI¹, 2012)

De acuerdo con el informe de la FAO en el 2014, donde se alude a las actividades de la agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) generan emisiones de GEI por fuentes, así como absorciones por sumideros, y liberación de CO₂ causadas por la oxidación y fijación de materia orgánica por medio de la fotosíntesis y por los procesos de microbianos complejos asociados a la gestión y alteración humana de los ecosistemas.

En México, las actividades de agricultura y el cambio de uso de suelo ocasionan el 30% de las emisiones de GEI medidos en equivalentes de CO₂ (CONAFOR, 2010). En lo que respecta a Chiapas, la situación no es nada halagadora, presentándose casi un 62% en estas actividades, considerando que las condiciones de alta marginación y pobreza, junto con la dispersión poblacional han inducido a que la degradación ambiental sea progresiva y constante en su superficie (PACCCH, 2012).

2.5 Uso de recursos forestales

Masera *et al.*, 2001, estimaron que, en México cerca de 20 millones de personas usan la leña como principal fuente de energía para uso doméstico, causa importante en la producción de CO₂. La mitigación del cambio climático exige mantener ciertos niveles de CO₂ en la atmósfera, los cuales ya han sido rebasados (IPCC, 2007). Para lograr la reducción de estos niveles, es necesario capturar más CO₂

¹ Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero

atmosférico y fijarlos en los almacenes de carbono capaces de retener el CO₂ que se emite (González, 1990).

Los servicios ambientales provenientes de los bosques, son parte fundamental para el desarrollo de las comunidades; pero debido a su ubicación geográfica y el entorno socioeconómico que los rodea, los bosques cada vez son más vulnerables a las actividades antropogénicas como son los incendios, la tala ilegal, la agricultura y la ganadería, que hace unas décadas pasadas su uso se basaba en prácticas no sostenibles (Velázquez, 2015).

2.5 Consumo de leña en el sector rural

La designación del año 2011 como: "El Año Internacional de los Bosques" generó un impulso el cual logró una mayor atención a los bosques en todo el mundo. Los bosques cubren casi un tercio de la superficie de la tierra que proporciona muchos beneficios ambientales, incluyendo un papel importante en el ciclo hidrológico, la conservación del suelo, la prevención del cambio climático y la conservación de la biodiversidad (Chakravarty, 2012).

La extracción de madera es otra causa principal de la deforestación. De los aproximadamente 185 - 190 países actualmente reconocidos como independientes, al menos 145 son productores de madera (la antigua URSS, ahora de 12 entidades, se cuenta como 1). El organismo de las Naciones Unidas para las cuestiones forestales es la FAO, que define la producción de madera (madera en rollo) como las cantidades extraídas de los bosques y de los árboles fuera del bosque, incluyendo la madera recuperada de naturales, tala y las pérdidas de explotación forestal (Anon, 1994a).

En el mundo alrededor del 60% de total de la madera extraída se utiliza con fines energéticos, proporción que llega al 80% considerando por separado al conjunto de países en desarrollo; además, los combustibles de madera satisfacen el 7% del consumo de energía y el 15% cuando se considera solamente a los países en vías de desarrollo (Trossero, 2002). Se ha estimado que 2,390 millones de personas que habitan en países en vías de desarrollo dependen de combustibles de madera para cocinar, calentar agua y calefaccionarse; asimismo, se estima que para el año 2030 el consumo global de leña será de 1,501 millones de m³ (IEA, 2006)

Para el año 1987, el 85% del total de usuarios recolectaban leña; en promedio el tiempo invertido en la recolección oscilaba entre 0.7 y 2.9 hr/familia/año, variando las distancias de aprovechamiento desde 1.9 hasta 10.3 km; la FAO reporta que la recolección requiere entre 4 y 6 jornales al mes. Según Masera en 1993, solo el 20% de las familias emplea animales de carga para transportar la leña, siendo muy común el acarreo usando la mano de obra familiar (a espalda o a hombro);

afectando este modo a mujeres y niños principalmente. En este contexto Riegelhaupt (1996) estima que la recolección de leña implica alrededor de 300 millones de jornales/año, lo cual generaría aproximadamente un millón de empleos permanentes.

De acuerdo con cifras dadas por el INEGI en 2004, en México y principalmente en las zonas rurales, entre 25 y 28 millones de habitantes cocinaban con leña, de los cuales 19 millones usaban la leña como único combustible para cocinar y el resto lo usaban e combinación con gas LP¹.

En México, solo dos sectores utilizan la leña como combustible: a) el sector residencial (INEGI, 2000) y b) el sector informal de pequeñas industrias (Maser, *et al.*, 1997). En el año 2004 SEMARNAT, reporto que el sector residencial en el año 2000 presento un consumo de leña de 32 millones de m³ (equivalente a 320 PJ²) e valor tres veces superior al total de la madera talada anualmente con fines comerciales (madera en rollo, astillas, pulpa y papel); por otra parte Maser *et al.*, 1997, menciona que el consumo estimado de las pequeñas industrias fue aproximadamente de 31 PJ. Asimismo, en México ha existido una gran tendencia en la situación de los combustibles leña y petróleo por gas LP para la cocción. Aunque las áreas rurales no se efectúa la situación total, debido básicamente a razones culturales (sabor a las comidas) técnicas (dificultad o impedimentos para cocinar ciertos alimentos), de seguridad el “uso múltiple”, es decir, se emplea simultáneamente leña y gas LP. Existe evidencia que el gas LP es solo complemento de la leña (Maser *et al.*, 1997).

2.5.1 Patrones de consumo de leña en México

En México se carece de información suficiente y precisa sobre el comportamiento de la demanda de recursos forestales, leña y carbón vegetal, debido esencialmente a la política energética enfocada a la modernización de los sistemas energéticos dependientes de los recursos fósiles.

Maser en 1993 estimó para el año 1990, un consumo de leña de 365PJ/año, equivalente a 22.2 millones de t/año, o 37 millones de m³/año que representa el 9.3% del consumo nacional de energía final y el 46% de la energía consumida en el sector residencial; el 93% de leña es requerido por el sector doméstico y el resto por las pequeñas industrias; el área rural participa con el 75% y el urbano apenas con el 15% (Maser 1995). Es importante destacar que los datos proporcionados por el Balance Nacional de Energía subestiman considerablemente los consumos de combustibles, particularmente el de la leña, debido en gran parte a que únicamente

¹ LP licuado de petróleo

² PetaJoules

se consideran los usuarios exclusivos de leña que reportan los censos generales de población elaborados por el INEGI, los usuarios mixtos (leña y gas LP) no se contemplan como usuarios de leña. En la Figura 1 se muestra la evolución de las principales fuentes de energía usada en el sector residencial mexicano para 1965-2003.

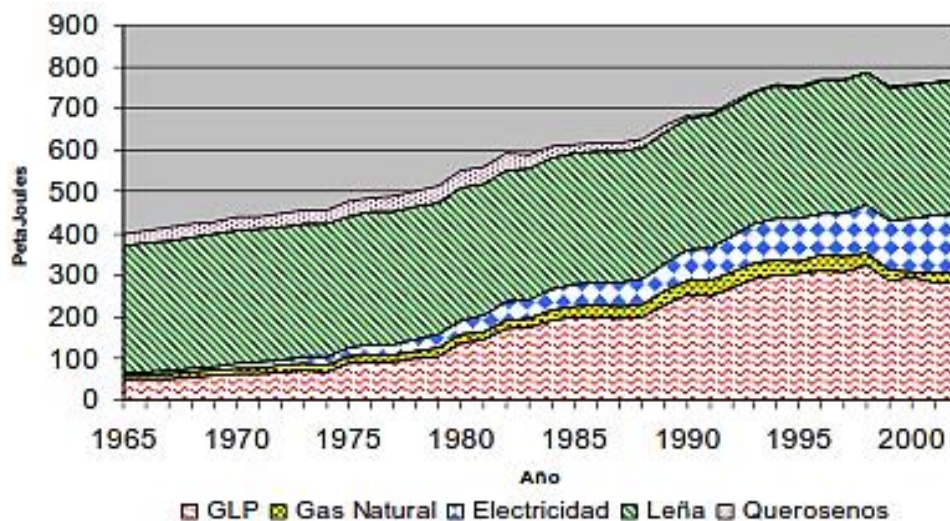


Figura 1. Consumo final de energía en el sector residencial 1965-2003) PJ/año

Fuente: SENER¹ (2002) y Díaz (2000)

En México, el comportamiento en la saturación de leña es diferente para cada región, en el norte existe una clara tendencia decreciente, por otro lado, en las regiones centro-sur y sur, se caracterizan por tener un alto índice de usuarios que usan la leña como única fuente de combustible, y estos a su vez experimentaron un crecimiento en el periodo de 1980 a 1990, alcanzando valores mayores al 3% en Quintana Roo y Chiapas. La SEMIP² (1988), consideraba que la saturación de usuarios de leña se encontraba en el rango del 66% al 93% en el norte del país, mientras que en el sur alcanzaba el 97%.

Asimismo, el INEGI (2007) menciona que el 20% de los ejidos y comunidades que cuentan con terrenos con vegetación forestal, el aprovechamiento forestal representa la actividad económica central, los bosques significan en todas ellas un recurso fundamental: son fuente de una variedad de bienes que se destinan directamente al consumo familiar (alimentos, medicina, leña, materiales de construcción, entre otros) o que se comercializan generando ingresos para el autoconsumo. Gracias a la presencia de los bosques, estas poblaciones atienden

¹ Secretaría de Energía

² Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal

muchas de sus necesidades de subsistencia que no son internalizadas adecuadamente por la economía nacional.

2.6 Composición de la leña

La leña es un combustible de origen vegetal. Las propiedades de la leña afectan significativamente las condiciones de combustión. A diferencia de otros combustibles, la leña contiene cerca del 80% de compuestos volátiles y está constituida por un 47 – 52% de carbono (C), 38 – 45% de oxígeno (O) y 6.1 – 6.3% de hidrógeno (H) (Van Loo y Koppejan, 2008).

Estructuralmente la leña está compuesta de un 40 a un 45% de celulosa, del 20 al 35% de hemicelulosa, de un 15 a un 30% de lignina y compuestos extraíbles. Las paredes fibrosas de la madera contienen fundamentalmente celulosa ($C_6H_{10}O_5$) que es un polímero de glucosa. La hemicelulosa ($C_5H_8O_4$) consiste de varias unidades de azúcares como la glucosa que rodean las fibras de la celulosa. La lignina ($C_{40}H_{44}O_{14}$) es un polímero complejo de alto peso molecular que da estructura y soporte a la parte fibrosa de la madera (Tissari, 2008).

La madera también contiene compuestos inorgánicos ligados a la estructura orgánica en las siguientes proporciones: nitrógeno (menor al 0.5%), minerales (menor al 0.5%) siendo los más abundantes el calcio, potasio, magnesio, manganeso, azufre, cloro, fósforo, hierro, aluminio y zinc. Finalmente, la leña tiene un contenido de agua muy variable que desde el 6% en tablones de madera secada hasta el 60% en madera fresca (Tissari, 2008).

2.7 Captura de carbono atmosférico

El ciclo del carbono comienza con la fijación del CO_2 atmosférico a través de organismos fotosintetizadores. En este proceso el CO_2 y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar el oxígeno en forma simultánea que pasan a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía al organismo y el CO_2 producto del metabolismo se libera a través de las hojas o raíces. Otra parte es consumida por los animales, que también liberan CO_2 en su respiración. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por microorganismos del suelo, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se transforme en CO_2 y CH_4 y regrese a la atmósfera (Schimel, 1995; Smith *et al.*, 1993).

Las bacterias también son fijadoras de carbono, estas realizan otro proceso de captura de CO_2 atmosférico, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono por las plantas. Cuando los organismos vegetales con comprimidos por descomposición, no son atacados por las bacterias, sino que

sucedan una serie de cambios químicos para formar turba¹, luego carbono pardo o lignita² y finalmente carbono. Los cuerpos de algunos organismos marinos pueden tener cambios semejantes y formar a largo plazo petróleo (Ordóñez, 1999)

Múltiples estudios pronostican que las emisiones de CO₂ seguirán siendo muy abundantes y considerables a lo largo del siglo XXI. Por otra parte, mientras haya reservas, la energía primaria seguirá siendo la de los combustibles fósiles (hasta el año 2050 aproximadamente), por lo que la captura y almacenamiento de CO₂ podría luchar contra este problema, reduciendo a corto y mediano plazo los problemas y efectos del cambio climático (Expósito, 2012).

En la actualidad, existen varias alternativas tecnológicas para estabilizar la concentración atmosférica de los GEI. Por ejemplo, usando energía nuclear; reduciendo la demanda de energía mediante el aumento de la eficiencia energética, actividades para la mitigación y captura de CO₂.

2.4 Adaptación y mitigación al cambio climático

La adaptación al cambio climático se refiere a la capacidad que tiene un sistema para ajustarse a un cambio climático (incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos), para moderar los riesgos potenciales, para obtener los máximos beneficios de las oportunidades o para hacer frente a las consecuencias.; mientras que mitigación se refiere a la intervención antropogénica para reducir las emisiones netas de los GEI mediante la reducción del uso de combustibles fósiles, la reducción de las emisiones provenientes de zonas terrestres mediante la conservación de grandes yacimientos dentro de los ecosistemas , y/o el aumento del régimen de recogida de carbono por parte de los ecosistemas (IPCC; 2002).

En este tema Swisher (1994) ha mencionado que las medidas forestales de captura y almacenamiento de CO₂ y sustitución de combustibles fósiles; para la mitigación del cambio climático; antes de competir; deben ser complementarias, ubicando cada tipo de proyecto en las áreas más adecuadas según su naturaleza y la capacidad máxima de uso del suelo. De cualquier modo, la captura de CO₂ no deja de ser una solución conveniente a corto y mediano plazo, con el potencial de traer beneficios secundarios significativos (IPCC, 2001 en, Gielen, *et al.*, 2002).

2.4.1 Los bosques y su papel en la mitigación del cambio climático

El término bosque (ya sean templados o tropicales) de forma común se asocia a un conjunto de árboles que ocupa grandes extensiones de terreno (en México se

¹ Carbón ligero, esponjoso y de aspecto terroso que se forma en lugares pantanosos debido a la descomposición de restos vegetales.

² carbón mineral que se forma por compresión de la turba, convirtiéndose en una sustancia desmenuzable en la que aún se pueden reconocer algunas estructuras vegetales.

denomina bosque a un área con al menos el 30% de cobertura por árboles; mientras en otros países considera el 10% esto depende directamente de la definición que se pretenda usar); generalmente se componen de áreas cubiertas con vegetación que se diferencian de otras áreas boscosas por su composición, edad o estado (Ordóñez, 2008).

En el último siglo, la influencia del ser humano sobre la naturaleza ha tenido tal impacto que se han modificado en gran medida los paisajes del planeta. Algunos autores (Daily, 1995; FAO, 1995) consideran que el 50% de la superficie terrestre ha sido modificada removiendo o transformando las comunidades vegetales naturales, mientras que Lambin (1997) menciona que, a nivel global la degradación del terreno inducido por el ser humano ha afectado aproximadamente el 69.5% de la superficie terrestre, ocasionando una drástica reducción de la diversidad biológica (Lee *et al.*, 1995).

La modificación de la naturaleza, es producto de un proceso conocido como deforestación. Otros autores definen la deforestación como “el cambio físico en la cobertura del bosque” (FAO-UNEP, 1990); Lambin (1997), Dale *et al.*, (1993) y Mas *et al.*, (1996) incorporan factores ambientales, sociales y económicos que promueven dicho cambio, mientras que Landa *et al.*, (1997), la define como “la transformación del ambiente causad por fenómenos naturales o humanos, que conlleva a la reducción o pérdida completa de sus propiedades físicas y biológicas, cuya última consecuencia es un decremento en la disponibilidad de bienes y servicios que brindan los ecosistemas a los seres humanos.

2.5 La deforestación por cambio de uso de suelo

La deforestación se define como la pérdida o remoción a la largo plazo o permanente de la cobertura forestal y su conversión del suelo a un uso no forestal (Watson, *et al.*, 2000); además de lo anterior, la FAO (2005) considera deforestación, a la reducción a largo plazo de la cubierta forestal por debajo del 10% de su cobertura original.

La deforestación depende de diferentes factores, entre los más importantes están la presión demográfica, la expansión de la agricultura tanto de pequeña como de gran escala, el establecimiento de pastizales para la ganadería, la extracción de productos maderables, la expansión de la infraestructura vial, la pobreza y de factores institucionales como la estabilidad política, corrupción y los derechos de propiedad de la tierra (Barbier y Burgess, 2001; FAO, 2001; Barbier, 2004).

A nivel mundial, la superficie forestal se reduce cada año en unos 13 millones de hectáreas a causa de la deforestación, aunque el ritmo de pérdida disminuye debido a las plantaciones forestales y a la recuperación natural de los bosques. La FAO

(2005) estimo la pérdida anual neta de superficie forestal entre 200 y 2005 fue de 7.3 millones de ha/año; mientras que entre 1990 y 2000 fue de 8.9 millones de ha/año.

Para México, las estimaciones de la deforestación no son confiables; varían de 370,000 ha/año (SARH, 1994) a 1.5 millones ha/año (Toledo, 1989). Velásquez, *et al.*, (2002), calcularon una pérdida de 2,976,500 ha de bosque de 1976 a 1993 (equivalente a 175,088.2 ha/año), y de 5,430,600 ha de 1993 al año 2000 (775,800 ha/año). LA FAO documento una deforestación de 314 mil ha/año del año 2000 al 2005 (FRA, 2005).

En este contexto, el análisis del cambio en la cobertura del suelo permite entender las causas y consecuencias de la dinámica de los procesos de degradación, desertificación, disminución de la biodiversidad, y en general pérdida del capital natural y cultural. El ser humano se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. La acción humana es responsable de la pérdida de un tercio de casi la mitad de la cubierta eminentemente forestal original del planeta. Esta pérdida de la cubierta forestal lleva consigo el exterminio de la reserva genética inherente a los ecosistemas autóctonos, la pérdida del potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales, la alteración de ciclos hidrológicos y biogeoquímicos introducción de especies exóticas, exterminio de las especies oriundas y pérdida de hábitat en general. La media mundial predice que México debería tener alrededor de 0.7 ha de superficie arbolada per cápita para la presente década. Los datos actuales, no obstante, indican que México alberga tan solo 0.5 ha de cubierta forestal per cápita y la predicción para el 2025 será de 0.3 ha per cápita; es decir por debajo de la media mundial (PRONATURA-TNC, 2007).

2.6 Métodos de cuantificación de CO₂

Para la cuantificar el contenido de carbono en mantillo, suelo y biomasa aérea existen diversos métodos de muestreos. Algunos autores como Brown y Roussopoulos, 1974; Castellanos *et al.*, 1991; Rentería, 1997; Tipper y De Jong, 1998, De Jong, 2001 y Jaramillo *et al.*, 2003; han utilizado un muestreo jerárquico, estratificado, anidado, con distribución sistemática, a fin de realizar la determinación de biomasa en diferentes almacenes, realizar inventarios forestales y análisis del cambio de cobertura vegetal y uso de suelo integrada con el contenido de carbono.

Por otra parte, la CONAFOR a través del INFyS¹ realizan inventarios forestales para determinar el almacenamiento de carbono en diferentes depósitos presentes en diferentes usos de la tierra y ecosistemas, permitiendo también medir el impacto de

¹ Inventario Nacional Forestal y de Suelos

un determinado proyecto en la captura del CO₂ atmosférico, por medio de la fijación en la biomasa existente (Rügnitz *et al.*, 2009).

En relación a los almacenes de carbono, la Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, cambio del uso de la tierra y bosques (GBP UTCUTS) determinó cinco tipos de depósitos de carbono que pueden ser medidos, los cuales se mencionan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Depósitos de carbono y sus características

Tipo de depósito		Descripción
Biomasa viva	Biomasa sobre el suelo	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, incluyendo troncos, tocones vivos, ramas, cascara, semillas y hojas. Para facilitar las mediciones se evalúan por separado (biomasa arbórea y aérea no arbórea)
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de raíces vivas, excluyendo raíces finas de menos de 2 mm de diámetro
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Toda la biomasa forestal no viva: troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones mayores a 10 cm de diámetro.
	Hojarasca	Toda la biomasa no viva sobre el suelo (hojas, ramas y cascara de frutos) en diferentes estados de descomposición. Comprende las capas de detritos y humus.
Suelos	Materia orgánica del suelo	Comprende el carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos a una profundidad específica. Raíces finas vivas con diámetro menor de 2 mm.

Fuente: IPCC, 2005.

Walker, *et al.*, (2011) menciona otro método de cuantificación de carbono, llamado método directo; este método consiste en medir toda la biomasa de un árbol sobre el suelo. Se inicia por cosechar el árbol; enseguida, el árbol se divide sacando sus partes como son el tallo, ramas y hojas, en pedazos más pequeños para que se pueda manejar; posteriormente estos materiales se ponen a secar en un horno y una vez que se encuentran totalmente secos se procede a pesar. Este método es muy preciso para determinar la cantidad de carbono atmosférico capturado, aunque, no es práctico. Aunado a esto, otros investigadores (Rügnitz, *et al.*, 2009 y Velázquez, 2002) han desarrollado cálculos matemáticos mejor conocidos como ecuaciones alométricas, las cuales relacionan la biomasa sobre el suelo de árboles

individuales, utilizando otras características de los árboles como son: DAP, altura total, fuste limpio, diámetro de copa y densidad de la madera.

2.7 Alternativas tecnológicas de mitigación de CO₂

El fogón es una tecnología tan antigua como el descubrimiento del fuego y la civilización; este consta de varias piedras dispuestas para servir de soporte al recipiente de cocción, es de tamaño variable, fácil de instalar y multifuncional. Entre sus funciones están cocer, asar, ahumar alimentos; así como, calentar el espacio que habitan personas y animales (Blanco *et al.*, 2009).

Existe una creciente necesidad de ofrecer alternativas sustentables para el manejo de los recursos naturales, con el fin de contener la expansión de la frontera agrícola y conservar las áreas forestales. Para diseñar estas alternativas es necesario la colaboración de las personas que viven directamente de los servicios ambientales que proveen estas las áreas forestales, considerando opciones que garanticen su solvencia económica y desarrollo social.

2.7.1 Estufas eficientes de leña

Las estufas eficientes de leña también conocidas como fogones ecológicos, se diseñaron con el objetivo de mitigar problemas asociados al uso de los fogones tradicionales, enseguida se explica sus inicios y los beneficios que se han identificados.

En los años 70's, los problemas energéticos derivados del aumento en los precios del petróleo y a la dificultad de abastecimiento, obligaron a que las familias utilizaran la leña como fuente de energía; aunado a lo anterior, los problemas de deforestación producidos por la expansión de la agricultura, provocaron dificultad para que las familias encontraran leña (Barnes y Floor, 1996). Ante esta problemática, los gobiernos, instituciones no gubernamentales y el sector privado, desarrollaron programas de estufas eficientes de leña con la finalidad de reducir la cantidad de biomasa empleada en la cocción de los alimentos por familia (Argawal, 1986). Este movimiento adquirió fuerza en los años 80's, y se crearon modelos de estufas que estaban mejor adaptados a las condiciones locales, se utilizaban materiales locales y las técnicas de construcción eran más fáciles (Berrueta, 2007).

Actualmente han surgido varios proyectos de fogones ecológicos en todo el mundo, desde iniciativas de las ONG locales hasta propuestas a nivel nacional que se han encargado de implementar más de 160 programas de fogones ecológicos principalmente en China, India, Kenia, Perú y México; además, se espera que para el 2020 se difundan 100 millones de fogones en estos países (Díaz, *et al.*, 2011 y Inayatullah, 2012).

A lo largo de todo el proceso, en México se han diseñado diferentes modelos de fogones ecológicos (LORENA y sus modificaciones, IMTA, Patsari), los cuales han sido fomentadas por diferentes instituciones como CONAFOR, SEDESOL, CDI y las ONG's.

2.7.2 Bancos dendroenergéticos

La energía puede definirse en términos un tanto utilitarios como la capacidad de efectuar trabajo. La energía puede manifestarse en forma térmica, radiante, eléctrica, mecánica, química, lumínica, magnética, gravitacional y atómica. Por otra parte, la energía puede encontrarse en estado potencial o cinético. Casi todas las energías disponibles para el hombre hasta el momento provienen directa o indirectamente del sol. Asimismo, vale la pena aclarar el término que frecuentemente se utiliza cuando se hace referencia al tema de la dendroenergía esta se define como la energía obtenida a partir de la biomasa leñosa (Patiño y Smith, 2008).

La energía disponible para el hombre en la superficie de la tierra tiene su origen en cuatro fuentes, solar, gravitacional, geotérmica y nuclear. A- Energía solar Consiste en las radiaciones solares que llegan y atraviesan los anillos de Van Allen, constituyéndose en el energético que permite el funcionamiento de los procesos que se desarrollan en la biosfera, con excepción de las reacciones nucleares o de las fuerzas gravitacionales.

A- Energía solar

Consiste en las radiaciones solares que llegan y atraviesan los anillos de Van Allen¹, constituyéndose en el energético que permite el funcionamiento de los procesos que se desarrollan en la biosfera, con excepción de las reacciones nucleares o de las fuerzas gravitacionales.

B- Energía gravitacional

Esta energía, es producto del sistema luna-tierra-sol, que permite la existencia de una distorsión de la tierra sólida y una ascensión y caída del nivel medio de los océanos. Este fenómeno ocurre dos veces cada 24 horas, dando lugar a las mareas oceánicas. Las mareas permiten la ascensión de grandes volúmenes de agua la cual disipa una energía de 3×10^{12} kw, que equivale al 0,001% de la energía solar incidente en la biosfera terrestre (Goldenberg, 1989.)

C- Energía geotérmica

Es la energía que llega a la superficie de la tierra por la conducción de masas de materia caliente provenientes del interior de la tierra. Esta fuente presenta una

¹ Se identifica como anillos de Van Allen a la capa superior externa de la atmósfera

energía de 32×10^{12} radiante solar que alcanza a la biosfera kw, que equivale al 0,01% de la energía

D- Energía nuclear

La energía nuclear está almacenada dentro de los núcleos de los átomos, constituyéndose en una energía formada hace más de 8 billones de años.

E- Dendroenergía

Los bancos dendroenergéticos proporcionan a través de la biomasa; y esta a su vez, está constituida por la materia orgánica creada por fotosíntesis y sus derivados, contenida en el conjunto de organismos y residuos de una comunidad o de un ecosistema. El término de biomasa abarca tanto la biomasa vegetal o fitomasa, la biomasa animal o zoomasa como los residuos orgánicos de ecosistemas naturales o antrópicos. Es decir, abarca también la materia orgánica contenida en los residuos industriales, domésticos y municipales. Para los propósitos de éste documento, el énfasis estará dado en la biomasa de origen forestal.

La biomasa presenta una característica esencial: la productividad, que equivale a la cantidad de materia viva producida en un lapso de tiempo. Esta productividad está representada por la productividad primaria o producción de los organismos autótrofos (organismos capaces de producir su propio alimento) y la productividad secundaria o producción de los organismos heterótrofos (organismos que no son capaces de producir su alimento; se denominan también organismos consumidores).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro la cuenca el Río El Tablón en el municipio de Villaflores; el cual se localiza en los límites de la Depresión Central y de la Sierra Madre de Chiapas, predominando el relieve montañoso. Sus coordenadas geográficas son 16° 14.0' N y 93° 16.0' W. Limita al norte con Suchiapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, al este con Chiapa de Corzo y Villa Corzo, al sur con Villa Corzo y Tonalá, al oeste con Jiquipilas y Arriaga. Su extensión territorial es de 1,232.10 km², lo que representa el 14.82 % de la superficie de la región Frailesca y el 1.63 % de la superficie estatal, su altitud es de 540 msnm (Gobierno del Estado de Chiapas, 2010). Las principales corrientes del municipio son: los ríos perennes El Tablón, La Dispensa, San Lucas, Santo Domingo y Tres Picos, entre otros. El municipio se encuentra dentro de las subcuencas Suchiapa y Santo Domingo (de la cuenca Río Grijalva Tuxtla Gutiérrez). Su clima varía según la altitud: cálido subhúmedo con lluvias en el verano y semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

La parte alta de esta cuenca se encuentra dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera la Sepultura (REBISE), y esta a su vez en la Depresión Central de la región Frailesca del estado de Chiapas. Forma parte de la corriente de la subcuenca del río Suchiapa que desemboca sus aguas que forman parte de la Cuenca del Río Grijalva (CONANP-REBISE, 2008).

Los climas existentes a nivel municipal son: Cálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media (60.75%), Cálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (17.75%), Semicálido húmedo con lluvias abundantes de verano (13.03%), Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (6.62%) y Templado húmedo con lluvias abundantes de verano (1.85%). La temperatura media anual es de 25.5 °C; asimismo, se tiene una precipitación media anual de 1200 mm

La vegetación presente en el municipio es la siguiente: bosque de coníferas (bosque de Pino - Encino) que abarca el 22.18%; bosque mesófilo (bosque mesófilo de montaña) el 5.92%; bosque deciduos (bosque de encino) el 2.09%; pastizales y herbazales (pastizal inducido y sabana) el 5.42%; selvas húmedas y subhúmedas (selva mediana caducifolia y subcaducifolia) el 1.15%; selvas secas (selva baja caducifolia y subcaducifolia) el 7.27% y vegetación secundaria que ocupa el 15.84% de la superficie municipal (CEIEG, 2016).

La microcuenca de Palestina se encuentra al lado oeste del municipio de Villaflores, sus escurrimientos pluviales llegan a los caudales del río El Tablón. Estos escurrimientos suministran de agua a comunidades río abajo. La microcuenca Palestina está integrada por cuatro comunidades: Belén, Jerusalén, Nueva

Palestina y Nueva Cabaña; además de pequeñas propiedades aledañas a estas. a estas comunidades.

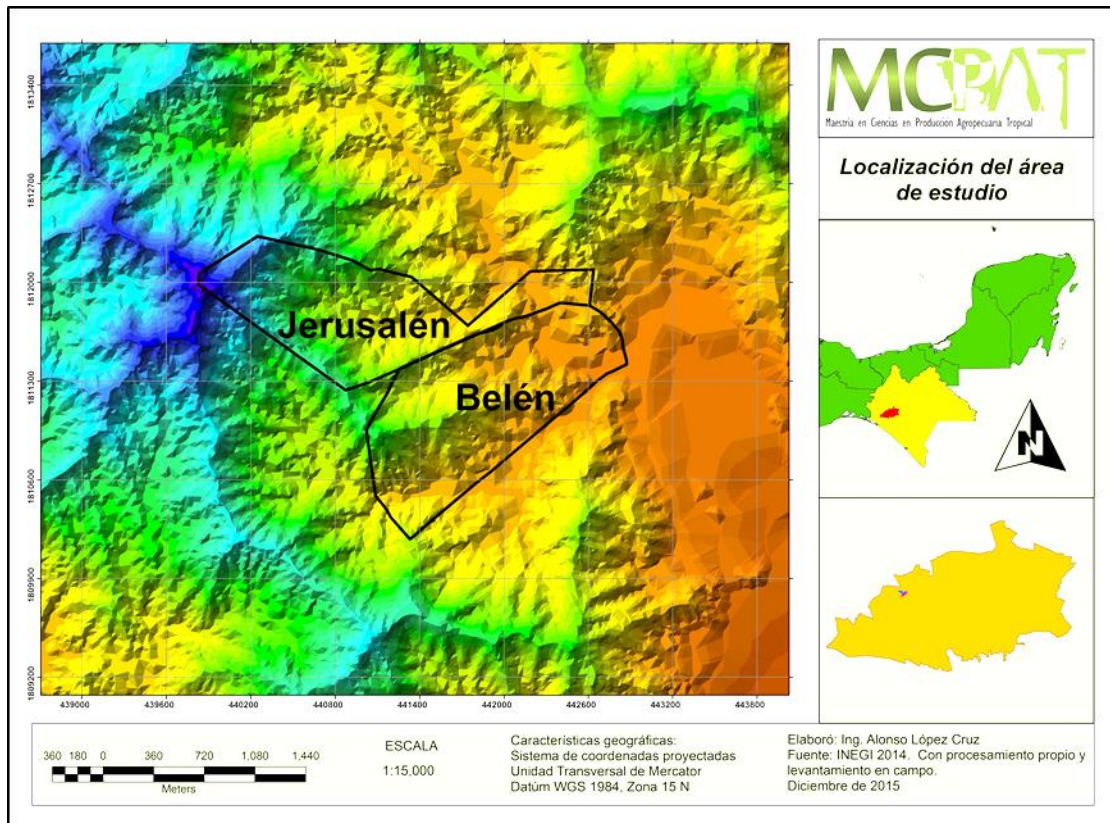


Figura 2. Localización geográfica de las comunidades

3.1.1 Características geográficas de las comunidades

La investigación se realizó en las localidades de Belén y Jerusalén, municipio de Villaflores, Chiapas, las cuales se localizan a $93^{\circ}32'21.69''$ de longitud oeste y $16^{\circ}23'04.5''$ de latitud norte, y constan de una superficie de 152-50-00 y 121-83-94 hectáreas respectivamente (SRA¹, 2008).

La vegetación predominante en las comunidades es selva baja caducifolia y bosque de encino, ambas vegetaciones perturbadas por las actividades humanas; sus rangos altitudinales van desde los 780 hasta los 1100 msnm.

El ejido Jerusalén tiene un afluente de agua, que consta de 3 manantiales, estos afluentes se mantienen todo el año y brinda sus servicios hídricos a la comunidad. Para el caso del ejido Belén cuentan con un afluente intermitente de agua que mantiene a la comunidad y un manantial, el cuál provee de agua a la comunidad llevando el agua a través de tubería hasta el tanque de abastecimiento. En la temporada de estiaje este manantial no abastece del vital líquido a la comunidad,

¹ Secretaría de la Reforma Agraria

por lo que se ven en la necesidad de acarrear agua de otras comunidades para satisfacer sus necesidades.

3.2 Dinámica de uso de suelo

Para identificar los cambios de uso de suelo en las comunidades, se realizaron recorridos de campo por las colindancias de los diferentes ecosistemas de las comunidades y con la ayuda de un sistema de geoposicionamiento global (GPS) se tomaron las coordenadas geográficas (UTM¹) en el sistema WGS-84² del sitio muestreado, posteriormente los datos obtenidos se almacenaron en una base datos para cada uno de los usos de suelo (agrícola, pecuario y forestal). Posteriormente con el programa ArcGis 9.3 se procesaron los datos y se obtuvieron los mapas de vegetación y uso actual del suelo.

Con el apoyo de los mapas de vegetación y de uso actual del suelo de las comunidades en estudio, se realizaron talleres con productores de cada comunidad y se identificó de forma retrospectiva los cambios de uso del suelo desde su llegada hasta el presente con intervalos de 10 años (1995, 2005 y 2015). En estos talleres se utilizaron herramientas participativas como el diagrama y mapeo histórico de recursos naturales, el mapeo de finca y el mapa de ordenamiento de finca (Geilfus, 2009).

3.2.1 Diagrama y mapeo histórico de recursos naturales

Para realizar el mapeo histórico de recursos naturales de las comunidades en estudio se llevaron a cabo talleres en los que se reunió a los habitantes de cada comunidad y se formaron dos grupos. Uno de los grupos integrado por personas de mayor edad que tuvieron amplios conocimientos de la comunidad, a quienes se les pidió remarcar en un mapa base (contorno del polígono ejidal) como se encontraban los recursos naturales en el año de fundación de la comunidad (1995). El segundo grupo estuvo integrado por personas más jóvenes, a quienes se les solicitó la misma actividad que el primero, pero ubicados en un momento de 10 años después de su llegada (2005).

Para terminar con este proceso del mapeo histórico de recursos, se realizó una plenaria con todos los asistentes para mostrar los resultados y hacer adecuaciones que fueran necesarias. El mapa resultante en cada grupo se comparó con un mapa actual, reflexionando sobre los principales cambios y las causas que propiciaron que los recursos naturales se encuentren en las condiciones actuales.

¹ Unidad Transversal de Mercator

² Sistema de medición utilizado en la configuración del GPS

3.3 Identificación de especies forestales usadas como combustible

Para conocer las especies que usan como combustible en los hogares, se realizaron talleres de diagnóstico participativo con hombres y mujeres de las comunidades. Para los cuales se aplicaron herramientas tales como lluvia de ideas, bola de nieve y dialogo semi-estructurado. Además, se hicieron visitas a los hogares para realizar entrevistas y al mismo tiempo para observar el tipo de combustible que utilizan los hogares.

3.4 Cuantificación de especies forestales

Con el mapa de vegetación y uso actual de suelo, y localizadas las zonas de colecta y extracción de leña, se llevó a cabo la toma y recolección de datos tanto de variables cualitativas como cuantitativas requeridas para el inventario forestal de especies leñosas. El inventario se realizó por medio de un formato elaborado siguiendo la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS, 2010) que impulsa a nivel nacional la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), conocida también como intersecciones planares.

Las variables incluidas en el inventario forestal fueron: nombre común y posteriormente el nombre científico, condición (vivo, muerto o tocón), diámetro altura de pecho (DAP), altura del fuse limpio, altura total, diámetro de copa y presencia de plagas, enfermedades o incendio.

La metodología de intersecciones planares INFyS, (2010), consiste en establecer conglomerados integrados por cuatro unidades equidistantes (Figura 3) del centro a cada 45.14 m; el Sitio 1 (S1) es el centro, el S2 se coloca a 0° de azimut, el S3 es a una dirección 120° de azimut y el S4 se acomoda a 240° de azimut, estas distribuciones de los sitios corresponden a una Y invertida.

Debido a lo fraccionado de la superficie forestal particularmente en la comunidad Belén, se tuvo que hacer una adecuación metodológica, por lo cual se establecieron tres sitios de muestreo de forma circular con un área de 1,000 m² (17.85 cm de radio) y estos a la vez fueron divididos en su interior en cuatro partes iguales, esta división se realizó trazando un transecto a cada rumbo (N,S, E y O), para el establecimiento de los sitios antes mencionados se tomó en cuenta las diferentes áreas forestales de cada comunidad: parte baja, media y alta.

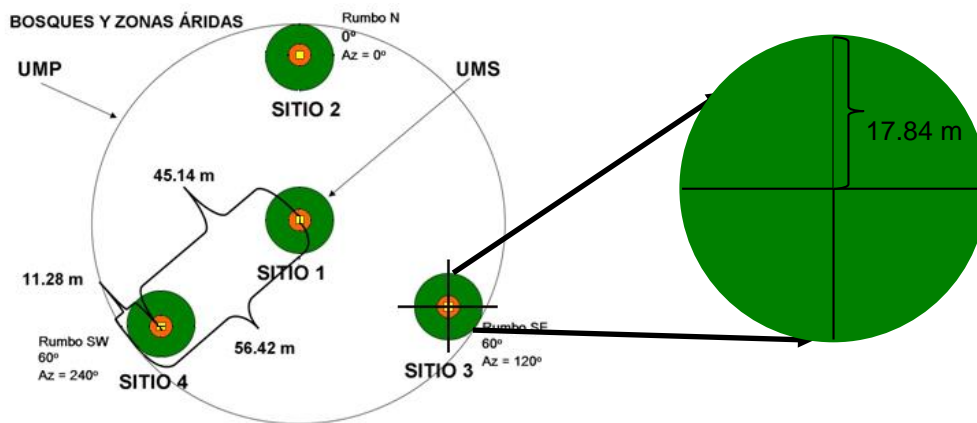


Figura 3. Diagrama del conglomerado

Fuente: INFyS-CONAFOR 2010

Para que una especie sea considerada como parte del arbolado, además de estar incluida en la parcela de 1000 m² debe tener un Diámetro Altura de Pecho (DAP) igual o mayor a 7.5 cm (CONAFOR-INFyS, 2010), el DAP se mide a una altura de 1.30 m del árbol. Las variables tomadas en los árboles muestreados son los siguientes:

Diámetro a la altura del pecho:

Consiste en medir el DAP del total de árboles existentes en las parcelas a una altura de 1.30 m, desde el nivel del suelo, para esto se usó una cinta diamétrica.

Altura del árbol:

Se midieron los parámetros que se requieren en la ecuación para calcular la altura de los árboles (Romahn *et al.*, 1994); estos datos se obtuvieron a través de un clinómetro y una cinta métrica (Figura 4), usando la siguiente fórmula:

$$H = OC (\tan \alpha + \tan \beta)$$

Donde:

H = altura del árbol en metros (distancia AB)

OC = distancia horizontal al árbol en metros

α = ángulo del observador al ápice del árbol

β = ángulo del observador a la base del árbol

A partir de los datos de la altura de los árboles, DAP y número de individuos obtenidos en cada conglomerado muestreado, se extrapolaron los datos por hectárea y después por la cobertura total del ecosistema. Con los datos obtenidos se seleccionaron las especies que anteriormente se habían mencionado y que se

usan como leña, asimismo, se contabilizó la cantidad de árboles de cada una de las especies disponible en cada comunidad.

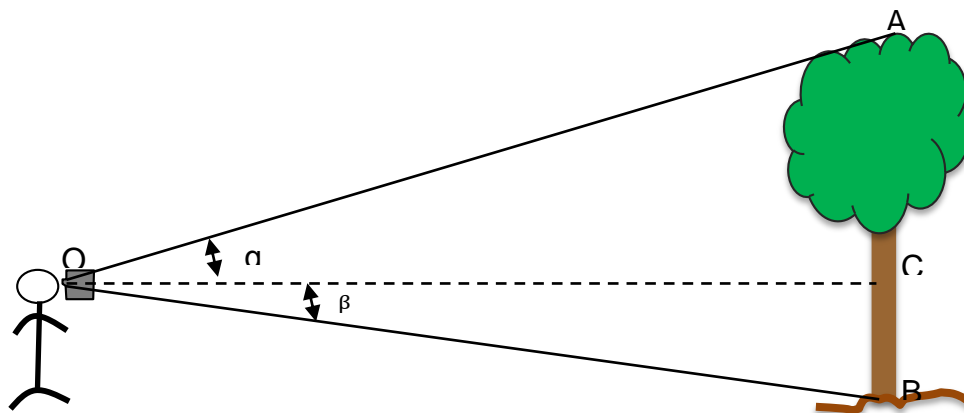


Figura 4. Uso de clinómetro para medir la altura del árbol, basado en el manual del INFyS

Fuente: INFyS-CONAFOR 2010

Los datos de la altura total (m), del fuste limpio (m), diámetro de copa (m^2) y DAP (m), se tomaron en los cuatro cuadrantes de cada sitio. Para iniciar con el inventario se trazaron los transectos de 17.85 m posteriormente todos los árboles de cada cuadrante fueron marcados e identificados con su nombre común y por último se procedió a tomar las medidas mencionadas al inicio del párrafo.

3.5 Cuantificación del volumen de combustible disponible

Con base en la información obtenida en el inventario de especies forestales, se registraron los siguientes datos: número de árboles (individuos/ha), especie, nombre común, DAP, diámetro de copa, altura total y altura de fuste limpio.

Con el número de individuos por hectárea, la altura total y el DAP, se calculó (según la FAO, 2000 y SEMARNAT, 2010) el volumen de un árbol en pie utilizando la siguiente fórmula:

$$V = (\pi \cdot (\text{DAP})^2 \cdot h \cdot f) / 4$$

Donde:

V= volumen del árbol en m^3

$\pi = 3.1416$

DAP= diámetro altura de pecho

h= altura o longitud del árbol en m

f= factor o coeficiente de forma. Para el caso de las especies tropicales se toma un factor de forma igual a 0.75 (SEMARNAT, 2007).

Para los árboles que presentaron bifurcaciones en el tronco antes del 1.3 m, previamente se calculó el área basal de los tallos que componen el árbol a través de la siguiente fórmula:

$$AB = \sqrt{\frac{\pi * r_1^2 + \pi * r_2^2 + \pi * r_3^2}{\pi}} * 2$$

Donde:

AB= área basal

π = 3.1416

r= radio

Con los datos anteriores se procedió integrar una base de datos; donde se obtuvieron el número de individuos por hectárea de cada especie que se usa para leña y de las especies que se encuentran en las áreas forestales de cada comunidad; además se realizó el cálculo de los metros cúbicos de combustible disponible para cada comunidad. Posteriormente se realizó el cálculo del diámetro promedio, número de individuos por hectárea de cada zona del área forestal de cada comunidad; identificando las zonas forestales por altitud en: baja, media y alta.

3.6 Cuantificación del consumo de leña

Para cuantificar el consumo de leña en los hogares se hizo un acomodo de la pila de leña en medio de dos bases para medir el largo (L), ancho (A) y alto (h). Posteriormente, se apiló cierta cantidad de leña y se midió el largo, ancho y alto de la pila, cada ama de casa tomó leña de la pila durante una semana para realizar sus actividades de cocción de sus alimentos, después de seis días se realizó de nuevo la medición, pero en este caso, solo se midió la altura de la pila. Una vez que se contaban con los datos del inicio y la medición después del consumo, se procedió a identificar la leña en raja o en brazuelo y se aplicó la fórmula propuesta por la CONAFOR (2000).

$$V = l * a * h * Ca$$

Donde:

V= volumen de la pila de leña en m³

l= longitud de la pila de leña en metros

a= ancho de la pila de leña en metros

h= alto de la pila de leña en metros

Ca= Factor de ajuste por los huecos entre la leña (0.7 si es leña en raja o 0.5 si es leña en brazuelo).

Se realizaron cinco mediciones de consumo de leña cada semana en 10 hogares del área de estudio (cinco hogares en cada comunidad) con el uso del fogón tradicional y posteriormente con los fogones ecológicos y de la misma forma se

volvieron hacer 5 mediciones del consumo de leña. Cabe mencionar que los fogones ecológicos se usaron 5 días antes de iniciar con las mediciones, esto fue con la finalidad de evitar el error de consumo, debido a que en los primeros días de uso el fogón ecológico consume más leña debido a que el material de construcción comienza a calentarse. Posterior a este uso se inició con la toma de datos siguiendo la misma metodología con la que se midieron los fogones tradicionales.

Para la cuantificación del peso de la leña se tomó en cuenta la densidad aparente de la madera (g/cm^3) utilizando la siguiente fórmula:

$$P=V*Dn$$

Donde:

P= peso de la madera

V= volumen de la madera

Dn= densidad de la madera

3.7 Impacto de las alternativas tecnológicas

Las alternativas tecnológicas que se utilizaron en la investigación incluye los fogones ecológicos basados en el diseño del fogón ecológico tipo “LORENA” con modificaciones y las plantaciones dendroenergéticas en plantas de Mataratón o Cocoite (*Gliricidia sepium* Jacq).

Para cuantificar el CO_2 emitido a la atmosfera se usó la densidad de la madera en la cual *Gliricidia sepium* (Jacq.) va de $0.45 - 0.55 \text{ g/cm}^3$ (Ritcher et al, 1995). En relación a este tema Fernández (1998), menciona que la molécula-gramo de CO_2 pesa 44 g frente a los 12 g que contiene el carbono el CO_2/kg de madera, medido en materia seca se fijan $44/12= 3,67 \text{ kg}$ de CO_2 (C= 12, O=16 y $\text{CO}_2= 44$).

3.8 Cuantificación de CO_2

Para determinar la cantidad de CO_2 generado por los fogones tradicionales y los fogones ecológicos, se utilizó los datos obtenidos de las mediciones de consumo en m^3 de leña a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Mad}_{\text{kg}}=\text{Lm}^3*Dn$$

Donde:

Mad_{kg} = kilogramos de madera

Lm^3 = Leña en metros cúbicos

Dn= densidad de la madera g/cm^3

Después se calculó la cantidad de C acumulado en la madera a través de la siguiente fórmula:

$$\text{C}_{\text{kg}}=\text{Mad}_{\text{kg}} *0.5$$

Donde:

C_{kg} = carbono en kg

Mad_{kg} = kilogramos de madera

0.5= constante de la cantidad de carbono que se encuentra en la madera (50% aproximadamente).

Posteriormente se utilizó la fórmula:

$$CO_2 = C_{kg} * (CO_{2pm} / C_{pm})$$

Donde:

CO_2 = Dióxido de carbono en kg

C_{kg} = Carbono en kilogramos

CO_{2pm} = Peso molecular del dióxido de carbono

C_{pm} = Peso molecular del Carbono

Para finalizar, estos datos se extrapolaron a kilogramos de CO_2 que des dejan de emitir a la atmósfera por familia por año, con el uso de los fogones ecológicos.

3.9 Selección de árboles para leña

Por medio de un taller participativo se enlistaron las especies que usan como leña y se realizó un sondeo para conocer cuáles eran aquellos atributos que los productores y amas de casa consideraban los más importantes al seleccionar la leña que usan en sus hogares

Una vez enlistados todos los atributos se realizó la ponderación para cada uno de estos la cual consistió en asignar puntos a cada uno de ellos. Para esto se tomó el total de los atributos (siete) y se pidió a los participantes enumerar cual era el atributo de mayor importancia y así llegar al atributo de menor importancia para los entrevistados y se tomó el total de los atributos como el 100% y después se le asignó un valor de ponderación a cada atributo de acuerdo al nivel de prioridad que le fue asignado por los entrevistados. Cabe mencionar que para esta actividad se tomaron por separado las expresiones de los hombres y de las mujeres. Para determinar el índice de preferencia de la especie a establecer en los bancos dendroenergéticos se utilizó la siguiente fórmula.

$$IP = \sum(A_1 * vp) \dots (A_n * vp)$$

Donde:

IP = índice de preferencia

A_1 = atributo

vp = valor de la ponderación

Con base en la información generada en las actividades anteriores se procedió a enlistar cada una y a ubicarlas en que temporada es necesario realizarlas; dicho lo anterior, las actividades se colocaron en la línea de tiempo anual para que todos los participantes tengan conocimiento del momento en que las tienen que realizar.

Finalmente, se realizó una votación para aprobar las actividades, momentos y tiempo que se le va a dedicar para poner en marcha el plan comunitario de manejo y producción de recursos forestales. Dicha votación se realizó levantando la mano, primero los que estuvieron de acuerdo, enseguida los que estaban en contra y al final las abstenciones.

3.10 Plan comunitario de manejo y producción de recursos

Con la información sobre los volúmenes de leña disponible y el utilizado en los hogares de las comunidades, así como la evaluación de las alternativas tecnológicas; se desarrolló un plan comunitario de manejo de recursos forestales siguiendo la metodología de Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC) de la CONAFOR (2007). El cual fue diseñado con la participación activa de los productores de las comunidades.

Con base en la metodología de los OTC, se realizaron talleres comunitarios participativos en las dos comunidades del área de estudio. Los talleres se realizaron en la escuela primaria de la comunidad Belén, que cuenta con el espacio y mobiliario necesario para que se realizaran las reuniones.

El objetivo de los talleres fue “Desarrollar actividades para la producción de leña y mejoramiento de los recursos naturales de cada comunidad”. Para dar cumplimiento a este objetivo, en el primer taller se establecieron reglas de convivencia para el desarrollo de las reuniones; además, se dio a conocer el objetivo de los talleres.

Un primer paso para desarrollar las actividades fue identificar cuáles son las diferentes formas para producir leña y cuál de ellas es la más adecuada para llevarla a cabo en la comunidad. Para esto se dividió al grupo en equipos de trabajo para generar discusión de las formas en que pudieran establecer plantaciones dendroenergéticas (para la producción de leña), para lo que se les proporcionó a cada equipo: hojas blancas, plumones y rotafolios donde dibujaron sus propuestas para después comentarlas con todo el grupo.

Posteriormente se trabajó con cada grupo de forma individual con la finalidad de ubicar el lugar y tamaño del área que se destinaría para el establecimiento de las plantaciones dendroenergéticas. Para esta parte, se utilizó la técnica del mapeo de finca (parcela) de Geilfus (2009) donde los productores dibujaron en hojas blancas la forma de sus parcelas y las áreas que la componen (agricultura, bosques o

pastizales) y enseguida seleccionaron el lugar en el que se establecerían las plantaciones. Después de esto se llevó a cabo una lluvia de ideas para elegir los métodos y formas para el establecimiento de las plantaciones. Además, se analizaron otras ventajas de los diseños y métodos de plantación, como: el control de la erosión del suelo, barrera rompe viento, captura de carbono y producción de oxígeno.

Más adelante, a través de la técnica de lluvia de ideas y bola de nieve, se elaboró una línea de tiempo de ciclo anual, con el propósito de conocer las diferentes actividades y el momento en que se desarrollan cada una de estas. Posteriormente, se trató el tema de la producción de semilla de las especies que usan para leña; en seguida, se procedió identificar la temporada de producción de semillas para colocarla dentro de la línea de tiempo.

3.11 Análisis estadístico

Para evaluar la diversidad de especies, la abundancia de plantas ha^{-1} , el volumen total y disponible de leña en las diferentes zonas altitudinales de cada comunidad, se utilizó un diseño completamente al azar, con el uso del siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + Com_i + Z.A._j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = ij – esima variable (diversidad de especies, abundancia, volumen total de leña y volumen disponible de leña)

μ = Media general

Com_i = i – esima comunidad

$Z.A._j$ = j – esima zona altitudinal

E_{ij} = ij – esimo error aleatorio

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey con un error del 0.05% ($P \leq 0.05$)

Para la comparación del consumo de leña y su correspondiente producción de CO_2 de los tipos de fogones utilizados, se usó un diseño completamente al azar cuyo modelo se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T.F._i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = ij – esima variable (consumo de leña y producción de CO_2)

μ = Media general

T.F._i= i-esimo tipo de fogón (tradicional y ecológico)

E_{ij}= ij-esimo error aleatorio

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey con un error del 0.05% ($P \leq 0.05$)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Reseña histórica del área de estudio

Las comunidades que integran la microcuenca Palestina son Nueva Cabaña, Nueva Palestina, Jerusalén y Belén, constituidas mayormente por Tzotziles de los parajes de Bachequén, El Pozo, Pathuitz, Bautista Chico, Tzontenhuitz y Pajaltón Alto en Chamula. Las comunidades de Belén y Jerusalén, fueron creadas a través de FIDEICOMISOS del gobierno federal en el año de 1995 y 1997 respectivamente; los pobladores de ambas comunidades provienen de las etnias Tzeltal y Tzotzil de los municipios de San Juan Chamula, Chenalho, Tenejapa y San Juan Cancúc en los Altos de Chiapas.

La comunidad Belén se compone de familias en su mayoría de El Pozo y de Tzeltales procedentes de los Municipios de Tenejapa, San Juan Cancúc, Chilón y Ocosingo. Según el plano expedido por la Secretaria de la Reforma Agraria (SRA) en 1997, el ejido fue dotado con una superficie de 152.5 hectáreas. Lo cual es un dato muy cercano al que se obtuvo en el levantamiento de campo que se realizó en la comunidad, con una superficie de 158 ha. De manera semejante la comunidad de Jerusalén está compuesta por familias de Bachequén, Tzontenhuitz y Pajaltón Alto en Chamula. Según el plano expedido por la SRA (2008), a la comunidad se le otorgó una superficie de 121.8 ha, con una tolerancia de $\pm 0.5\%$ para superficie total; y según los datos obtenidos del levantamiento de campo realizado, se obtuvo una superficie de 134.9 ha.

Cabe mencionar que las diferencias entre la superficie entregada por la SRA y la obtenida con base en el levantamiento de campo, se debe al error del GPS al tomar las coordenadas, ya que estas se tomaron con un error mínimo de 3 m y máximo de 4 m que fue el rango mínimo al que llegó el GPS al obtener las coordenadas.

4.2 Dinámica en el cambio de uso de suelo

En la comunidad Belén, el cambio de uso del suelo de forestal a agrícola es el resultado de un proceso en el que intervienen la deforestación motivada por la extracción de madera, necesaria en un inicio para la construcción de casas. Posteriormente y hasta la actualidad, la extracción de madera ha sido usada como leña en los hogares. Asimismo, las áreas deforestadas se destinaron para la agricultura (siembra de maíz y frijol), eliminando con esto la capacidad de resiliencia¹ de los sistemas forestales.

Con base en la información generada en los mapas de vegetación y uso del suelo de las comunidades, se identificaron las actividades en cada uso de suelo. En el

¹ Capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación.

Cuadro 2, se muestran las diferentes actividades que se desarrollan en los diferentes usos de suelo (bosque, agrícola y pastizal). Ambas comunidades se dedican a las mismas actividades; con excepción de la apicultura que se practica únicamente en Jerusalén. Cabe mencionar que esta actividad fue el motivo por el cual los pobladores de Jerusalén conservaron áreas forestales, toda vez que en estas áreas se encuentran árboles y arbustos con flora melífera esencial para el desarrollo de la apicultura.

Cuadro 2. Actividades que se desarrollan en los usos de suelo identificados

Comunidad	Bosque	Agrícola	Pastizal
Belén	Leña	Maíz	Ovinos
	Madera	Frijol	
Jerusalén	Leña	Maíz	Ovinos
	Madera	Frijol	
	Apicultura		

De acuerdo con la información proveniente de los informantes clave de la comunidad Belén, la pérdida de masa forestal fue resultado de la apertura nuevos espacios para la producción agrícola, motivada por la necesidad de producir alimentos para las nuevas familias que llegaron en la primera década (1995-2005) y el subsecuente aumento poblacional en la segunda década (2005-2015). La leña es la única fuente de combustible para la cocción de alimentos y calefacción, es decir, que desde la fundación de la comunidad y hasta la fecha, se han dedicado a extraer y recolectar leña de sus áreas forestales.

El Cuadro 3 muestra la dinámica del uso de suelo en las comunidades en estudio desde el año 1995 al 2015, abarcando dos décadas y realizando un análisis en tres momentos (1995, 2005 y 2015). Asimismo, en este cuadro se presentan los cambios en superficie (ha) y en cambio porcentual de los cuatro usos de suelo identificados. También se observa una pérdida de masa forestal del 69.65%, mientras que en la comunidad Jerusalén la pérdida es del 14.56%. Asimismo, la superficie de agricultura se incrementó en ambas comunidades siendo para Belén el incremento del 260% y el 36.29% para Jerusalén. Sin embargo, el cambio de uso de suelo en términos de superficie perdida de bosque, es similar al incremento en la superficie agrícola de ambas comunidades.

En otras palabras, se puede decir que las áreas deforestadas fueron destinadas para el establecimiento de los cultivos agrícolas; este fenómeno se percibe en ambas comunidades.

En lo que corresponde a la zona urbana en el Cuadro 3 se observa un incremento en su superficie de 5 ha para la comunidad Belén, lo cual está asociado con la

llegada de nuevas familias a la comunidad, cuyo número cambió de 19 a 25 familias (en 1995 y 1997 respectivamente). Mientras que en Jerusalén la zona urbana prácticamente se ha mantenido constante por la planeación inicial en la que se definió esta área, la cual se ha respetado hasta la fecha.

Al igual que la expansión del área agrícola, el crecimiento de la zona urbana es producto del aumento demográfico y la falta de planeación desde la fundación de la comunidad. Cabe mencionar que en la fundación de las comunidades llegaron 19 familias a Belén y 17 familias a Jerusalén; sin embargo, en la segunda década hubo un crecimiento demográfico de 8 familias en Belén y 5 en Jerusalén y para finales de la segunda década el total de familias fue de 45 para Belén y 27 para Jerusalén.

En Jerusalén la zona urbana se ha mantenido estable desde el momento en que los pobladores delimitaron el área urbana; asimismo, la zona urbana no se encuentra poblada en su totalidad, ya que se encuentran espacios libres para la construcción de viviendas para las generaciones venideras, de tal forma que no se afecten las parcelas de cultivo de los productores que se encuentran a las orillas de la zona urbana.

En el contexto de la deforestación, para el caso de Belén, se observa que en la primera década se llevó a cabo la mayor parte de la pérdida de masa forestal debido a que en este periodo se perdieron 51 ha, equivalente al 63.67% del total del área forestal; a diferencia de la comunidad Jerusalén cuya pérdida de área forestal fue de 13.89 ha en este mismo periodo, posteriormente no hubo cambios en la expansión de la zona agrícola y el área forestal. Esto coincide con lo reportado por el SIAP¹ (2014) para el estado de Chiapas, donde se refleja un aumento de la superficie agrícola en el territorio mexicano, pasando de 55,715 ha a 67,423.5 ha entre los años 2008 al 2014.

Cuadro 3. Dinámica de uso de suelo del área de estudio.

Localidad	Uso	Superficie (ha)			Cambio	
		1995	2005	2015	ha	%
Belén	Bosque	115.00	64.00	34.90	-80.1	-69.65
	Agrícola	30.00	78.00	108.00	78	260.00
	Pastizal	10.00	8.00	7.00	3	-30.00
	Zona urbana	3.00	8.00	8.10	5	166.67
Jerusalén	Bosque	95.42	81.53	81.53	-13.89	-14.56
	Agrícola	35.00	47.70	47.70	12.7	36.29
	Pastizal	0.00	0.73	0.73	0.73	
	Zona urbana	4.50	4.96	4.96	0.46	10.22

¹ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

En relación con el área de pastizales, en Belén se aprecia una reducción, pasando de 10 ha en 1995 a 7 ha en el año 2015 debido a que parte de esa área se convirtió en acahual, mientras que en Jerusalén se abre un espacio de 0.73 ha en la primera década debido a la llegada de una familia que se dedica a la producción de borregos; esta superficie se ha mantenido hasta el 2015.

En las Figuras 5 y 6 se muestra la dinámica de uso de suelo de las comunidades Belén y Jerusalén. Las características en la dinámica son sustancialmente diferentes entre comunidades, puesto que en el caso de Belén el cambio ha sido más radical en lo que corresponde a las áreas forestales, ya que las áreas deforestadas se destinaron en un 100% a la actividad agrícola (maíz y frijol); mientras que en Jerusalén la pérdida forestal ha sido en menor proporción; sin embargo, al igual en Belén el destino de las áreas deforestadas también fue hacia la actividad agrícola. Esto coincide con lo dicho por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina (2008) quien menciona que una de las causas principales de pérdida de bosques nativos es el avance de la frontera agrícola; en este mismo contexto la FAO (2005) menciona que la pérdida de tierras forestales para el aprovechamiento agrícola será mayor para el año 2020, siendo mayor el problema de deforestación para las zonas tropicales que para las zonas templadas del planeta.

Esta diferencia entre las comunidades puede estar influenciada por el hecho de que en Jerusalén se practica la apicultura, para lo cual se necesita de áreas forestales donde se lleve a cabo la producción de flores para que las abejas realicen su actividad y de esta manera obtener una mayor producción de miel, que se traduce en mayores ingresos económicos para las familias que se dedican a esta actividad.

En la comunidad de Jerusalén, la ampliación de la zona de agricultura se observa en la primera década de estancia de las familias del ejido Jerusalén. Estas decisiones han traído aciertos en la prestación de servicios ambientales como es la producción de agua, misma que se ha mantenido igual que en sus inicios. En el ejido Jerusalén se cuentan con tres manantiales que brindan agua para la comunidad y para regar algunas tierras de cultivo donde se cosechan hortalizas en pequeña escala.

En lo que corresponde a la disponibilidad de agua, en la comunidad Belén en 1995 contaba con dos manantiales de agua. Uno de ellos se localizaba en la parte suroeste, el cuál desapareció en la primera década de establecimiento de la comunidad; el segundo se encuentra en la parte noroeste y era a partir de este es dónde iniciaba un arroyo que llevaba el agua hacia donde se encuentra actualmente la comunidad; sin embargo, este también dejó de fluir en la primera década. Actualmente (2015) solo se conserva el segundo manantial en el que se construyó

un dique de contención de agua del cual conduce el agua hacia un tanque de almacenamiento de la comunidad a través de tubería de acero. Mientras tanto en Jerusalén, desde la llegada de sus fundadores el predio de la comunidad contaba con tres manantiales, los cuales aún se conservan debido a la permanencia de la vegetación riparia que se encuentra en las orillas de los manantiales y que actualmente es protegida por los habitantes evitando la tala y realizando obras de conservación.

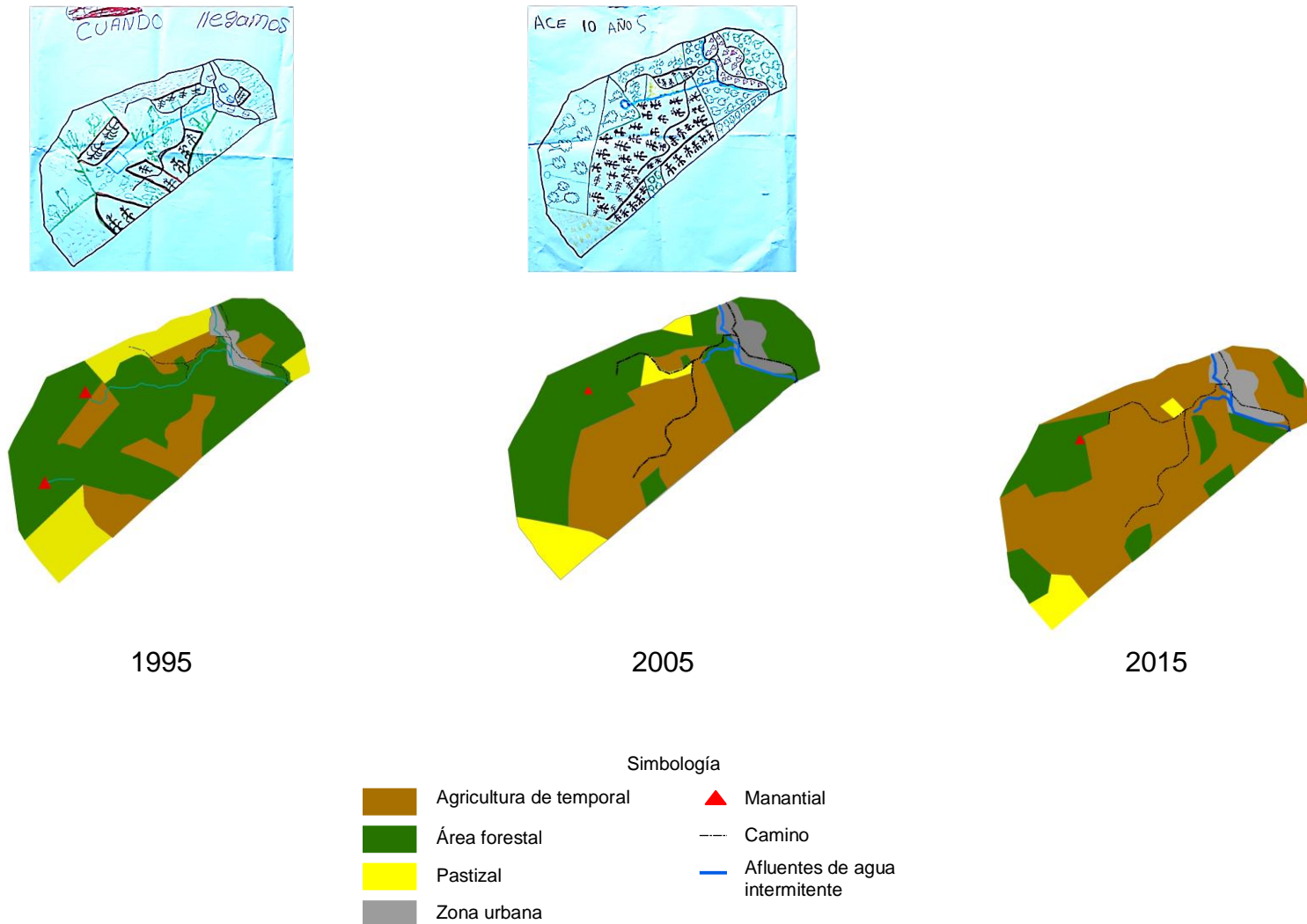


Figura 5. Comparación de la dinámica del uso de suelo con base en el conocimiento de los productores de la comunidad Belén.

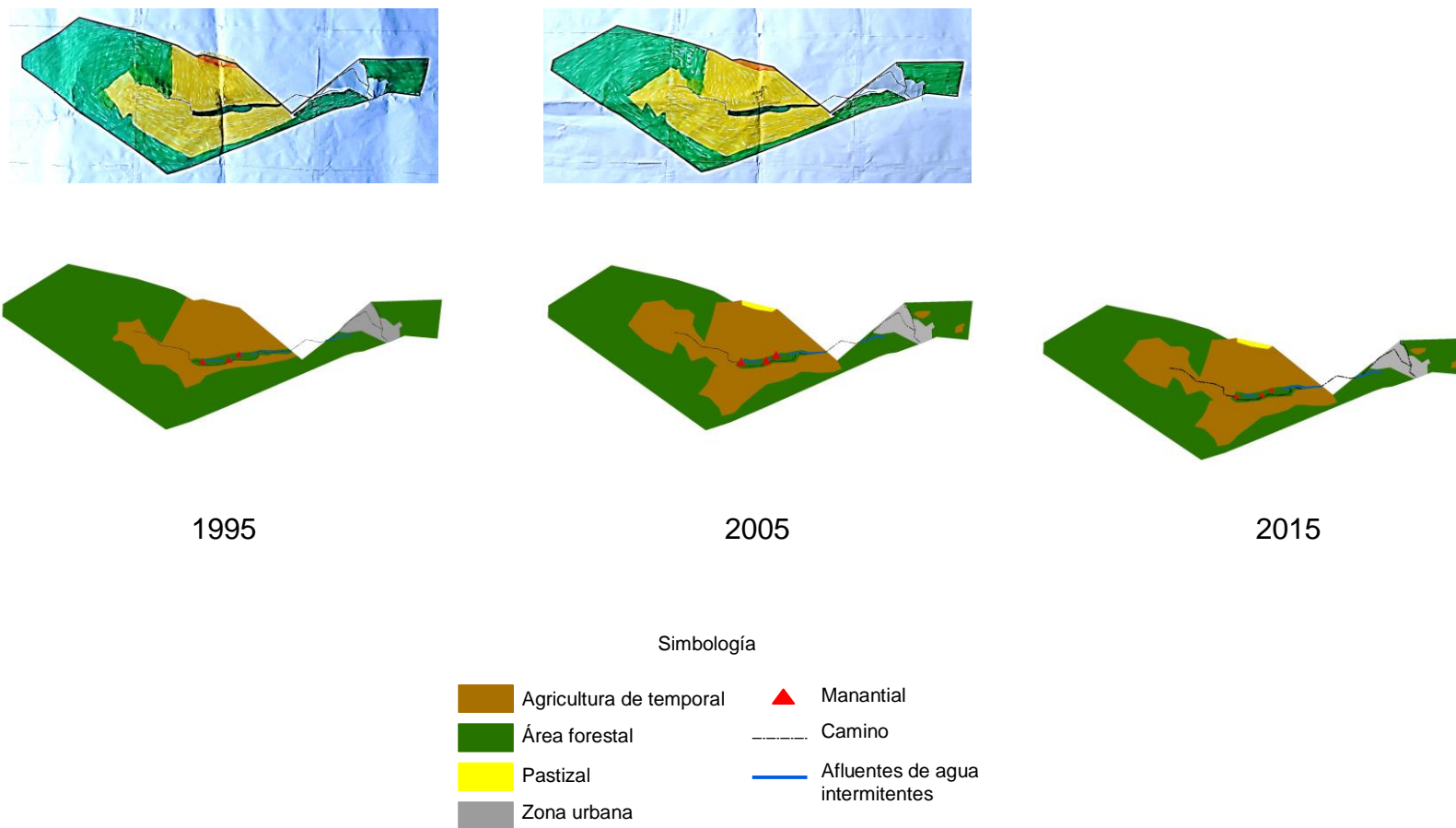


Figura 6. Comparación de la dinámica del uso de suelo con base en el conocimiento de los productores de la comunidad Jerusalén.

En la Figura 7 y 8 se muestra las condiciones actuales del uso de suelo de las comunidades en estudio. En la Figura 7 se observa que las áreas de acahuales son las áreas forestales como se observan en la Figura 5; sin embargo, con la información obtenida del inventario forestal se clasificó como acahual, las cuales se encuentran más cercanas a la zona urbana; asimismo se observa vegetación riparia en la parte zona que rodea al manantial que provee de agua a la comunidad y en la cabecera donde se forma un arroyo intermitente que provee de agua en la temporada de lluvias hasta el mes de enero o febrero.

Además, se puede observar como la superficie agrícola es mayor que la superficie del área de bosque de encino, esto es parecido a lo reportado por el CMDRS¹ (2006) quienes encontraron que para las comunidades de la parte baja del municipio de Villaflores, existe una mayor superficie dedicada a la agricultura y ganadería, en contraste con las comunidades de la parte alta donde todavía existe una mayor superficie con cubierta forestal.

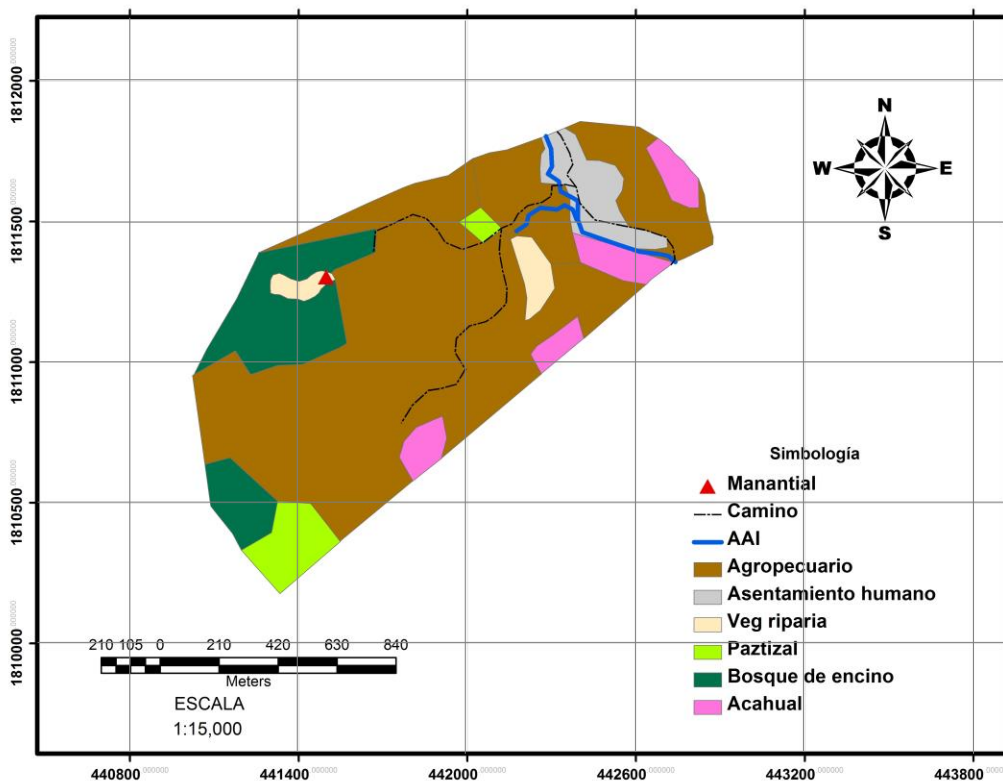


Figura 7. Clasificación detallada y actual del uso de suelo en la comunidad Belén

En relación con la comunidad de Jerusalén, en la Figura 8 muestra los tres manantiales con los que cuenta la comunidad los cuales se encuentran dentro del

¹ Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, municipio de Villaflores, Chiapas.

área clasificada como vegetación riparia, declarada como área protegida dentro de los acuerdos internos de los productores.

En lo que corresponde a la zona de agricultura de temporal se nota como esta actividad a pesar de mantenerse en su superficie, está va degradando la frontera del bosque de encino lo que puede ocasionar la pérdida total de este bosque de Encino, debido a que los productores destinan las áreas degradadas para establecimiento de cultivos, lo que se refleja en las cartas de vegetación y uso de suelo del INEGI serie IV y V, donde se contempla un aumento del 12% de agricultura pasando de 76,11.23 ha en 2008 a 98,991.81 ha en 2014. Caso contrario sucede con los bosques de Encino, presentes en la serie IV y V en donde se aprecia un aumento del 0.34% pasando de 8,389.99 ha en 2008 a 9,038.57 ha en 2014.

En lo que corresponde al área agrícola a pesar de mantenerse la misma superficie desde principios de la segunda década, se puede observar sus efectos hacia el área de bosque de Encino la cual se ha degradado a acahual; que al paso del tiempo puede desaparecer y convertirse en áreas destinadas únicamente a la agricultura.

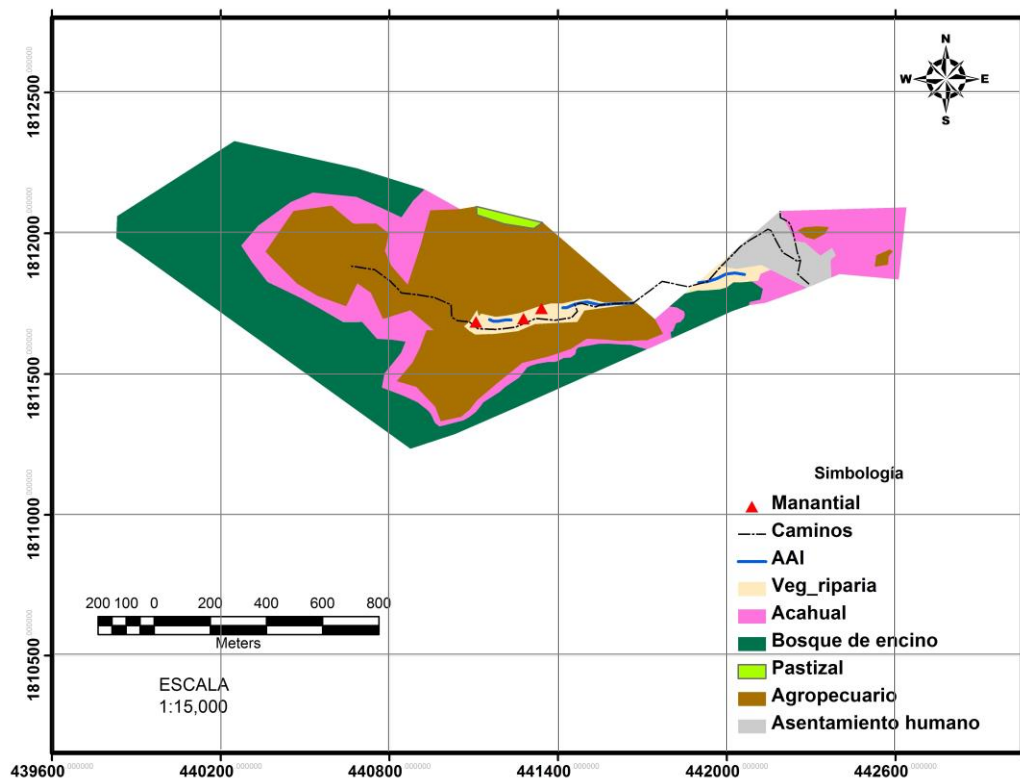


Figura 8. Clasificación detallada y actual del uso de suelo en la comunidad Jerusalén

En la Figura 9 y 10 se presentan gráficas de regresión lineal de la tendencia del cambio en el área forestal y el crecimiento poblacional. Se realizó una proyección

de ocho años posteriores (2023) al análisis de estos datos (2015) en cada una de las comunidades en estudio. Las líneas continuas representan la situación actual, mientras que las líneas punteadas representan la prospectiva de crecimiento o decremento futuro en cada comunidad, de acuerdo al uso histórico de los recursos y al crecimiento del número de familias.

En la Figura 9, con base en una ecuación de regresión lineal, se estima un crecimiento demográfico de 1.3 familias por año en la comunidad Belén, en contraste con el área forestal en la cual se pronostica una pérdida de 4.0 ha por año. A través de esta proyección se contempla que los recursos forestales serán inexistentes para el año 2023. Esto significa que para este año no habrá madera para uso de leña en los hogares de esta comunidad.

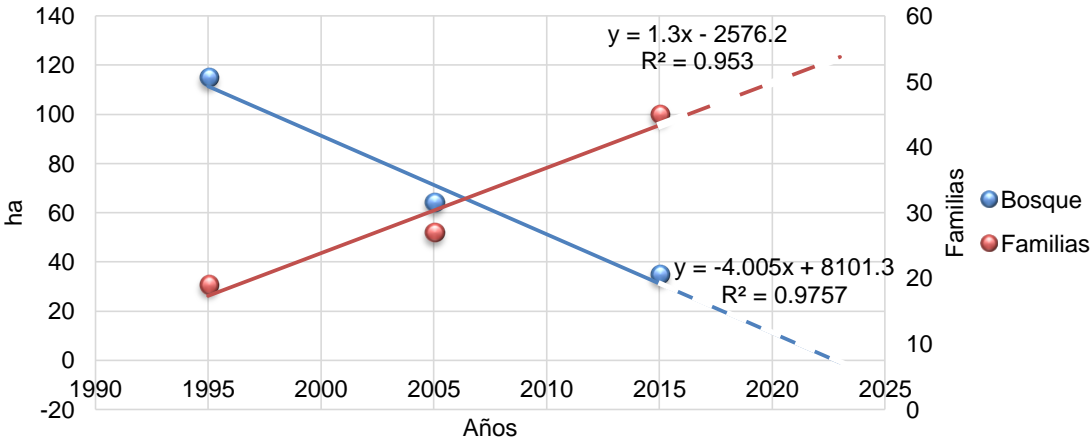


Figura 9. Tendencia en el crecimiento poblacional y la reducción de bosques en el ejido Belén.

En la Figura 10 se presenta la gráfica que corresponde a Jerusalén, en donde con base en la ecuación de regresión lineal, se aprecia una pérdida de 0.69 ha de área forestal por año y un crecimiento demográfico de 0.5 familias por año. En contraste con la comunidad vecina de Belén, donde se observa que para el año 2023 estarían perdiendo el total de sus áreas forestales, en Jerusalén se espera que para este año aún se conserven alrededor de 75 ha de sus áreas forestales y que en la comunidad haya alrededor de 32 familias. En este contexto resultan necesarias alternativas que contribuyan a mitigar la presión sobre las áreas forestales.

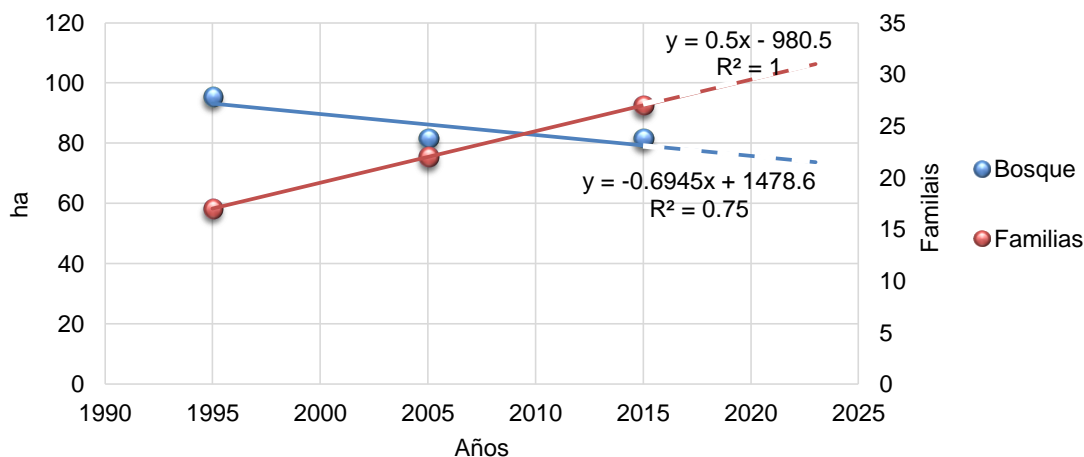


Figura 10. Tendencia en el crecimiento poblacional y la reducción de bosques en el ejido Jerusalén.

El crecimiento poblacional tiene un efecto negativo sobre la superficie forestal, que se traduce en un mayor número de familias y una menor superficie de área forestal. Esto concuerda con lo dicho por Badii *et al.* (2015), quienes mencionan en un estudio realizado para la Isla de Pascua, perteneciente a Chile; que esta isla era fértil y productiva pero que cuando la población creció y floreció para poder sembrar y hacerse de materiales de soporte derribaron los árboles hasta aclarar bosques enteros, provocando con esto que la población apenas pueda subsistir con los pocos recursos forestales que les quedan. Esta dinámica de crecimiento demográfico y pérdida de área forestal es congruente con los datos emitidos por el INEGI (2016) sobre la dinámica de crecimiento demográfico para el estado de Chiapas, con un incremento poblacional promedio de 0.4 millones cada década desde 1990 a 2015. Por otra parte, Velázquez *et al.*, (2002) reportan un decremento en las áreas forestales a nivel nacional en tres periodos, en 1973 con un total de 1.36 millones de ha, en 1996 con un total de 1.29 millones de ha y en el año 2000 con un total de 1.22 millones de ha.

4.3 Especies forestales usadas como leña en la comunidad

Como resultado del inventario forestal se identificaron un total de 40 especies que se enlistan en el Cuadro 4, de las cuales 31 se encuentran en Belén y 27 en Jerusalén; asimismo, se muestra que se cuenta con 26 especies para el aprovechamiento de leña; de estas, solo pueden aprovecharse las especies *Quercus sp*, *Luehea speciosa* Wild, *Enterolobium cyclocarpum* (jacq.) Griseb y *Lysiloma acapulcense* Kunth Benth, debido a que estos árboles presentan un diámetro superior a los 15 cm; en contraste con el resto de las especies con DAP que no superan los 10 cm.

Cuadro 4. Especies forestales que se encuentran en las comunidades Belén y Jerusalén del municipio de Villaflores, Chiapas.

No.	Nombre común	Nombre científico	Uso	
			Leña	Madera
1	Cachonovillo*°	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	X	
2	Calagua*°	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.		
3	Caobilla*°	<i>Swietenia macrophylla</i> King		X
4	Cascabillo*	<i>Luehea speciosa</i> Willd	X	
5	Caulote*°	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X	
6	Cedro*	<i>Cedrela odorata</i> L.		X
7	Chaya*	<i>Urera baccifera</i> L.		
8	Chirimoya°	<i>Annona cherimola</i> Mill.	X	
9	Copal*°	<i>Bursera ariensis</i> (Kunth)		
10	Corcho°	<i>Bernoullia flammea</i> Oliver		
11	Encino*°	<i>Quercus</i> sp	X	
12	Espino°	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	X	
13	Gamusa°	S/C	X	
14	Guachipilin*°	<i>Diphysa robinoides</i> Benth	X	
15	Guanacastle*	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	X	X
16	Guayabillo*	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied	X	X
17	Hierba santa*	<i>Piper auritum</i> Kunth.		
18	Higo*°	<i>Ficus insípida</i> Willd.		
19	Hormiguillo*°	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	X	
20	Huevo de iguana*°	S/C	X	
21	Iscanal*°	<i>Acacia collinsii</i> Saff	X	
22	Jobo*	<i>Spondias mombin</i> L.	X	
23	Maluco*°	<i>Genipa americana</i> L.	X	X
24	Matabey°	<i>Lonchocarpus apricus</i> Lundell	X	X
25	Matarratón°	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	X	
26	Morrito*	S/C	X	
27	Mulato*°	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		
28	Namo*°	<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose		
29	Nanche*°	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	X	
30	Palo negro*°	S/C	X	
31	Papelillo*°	<i>Bursera</i> sp		
32	Pie de venado*	<i>Bauhinia unguolata</i> L	X	
33	Pitillo*	<i>Erythrina americana</i> Mill		
34	Punpushuti°	<i>Chochlospermum vitifolium</i> Willd.		
35	Quitatian*°	<i>Comocladia engleriana</i> Loes.	X	
36	Rompe zapato*	<i>Bumelia celastrina</i> Kunth.	X	
37	Sin nombre*	S/C	X	
38	Siete pellejo°	S/C	X	
39	Taray°	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.		X
40	Tepeguaje*°	<i>Lysiloma acapulcense</i> Kunth Benth	X	X

*Especies que se encuentran en la comunidad Belén

° Especies que se encuentran en la comunidad Jerusalén

Asimismo, se observan especies que son usadas especialmente para madera como son *Swietenia macrophylla* King y *Cedrela odorata* L., estas especies después de su aprovechamiento para madera, sus residuos (ramas, tocones deformes y otras partes malas) son aprovechados como combustible (leña); sin embargo, en la actualidad estas especies están siendo protegidas por los pobladores de las comunidades en estudio debido su reducido número.

Para los pobladores de Belén, el resto de las especies enlistadas no tiene ningún beneficio económico, sino únicamente ambiental. En contraste con los pobladores de Jerusalén, para los que todas estas especies tienen un valor tanto ambiental como económico, ya que les permite desarrollar la apicultura e incrementar el número de colmenas y por ende mejorar sus ingresos.

El Cuadro 5 muestra el número de especies identificadas en la parte baja, media y alta de las comunidades en estudio; así como, la cantidad de individuos por hectárea. Como se observa en las partes bajas de ambas comunidades se presentan mayor cantidad de especies, Belén presenta 13.50 especies y Jerusalén cuenta con 11.25 especies; en la parte media ambas comunidades cuentan con 7 especies; mientras que, en las partes altas presentan un menor número de especies, Belén cuenta con dos especies y Jerusalén cuenta con 3.75 especies. Lo cual para Belén refleja diferencia significativa entre la parte baja, media y parte alta; mientras que, en Jerusalén la parte baja con la parte media no presentan diferencias significativas, al igual que la parte media con la alta tampoco presentan diferencias significativas; sin embargo, entre la parte baja y la parte alta si existen diferencias significativas.

Cuadro 5. Diversidad de especies y abundancia de plantas en las comunidades de Belén y Jerusalén, Villaflores, Chiapas.

Comunidad	Especies				Árboles ha ⁻¹			
	Baja	Media	Alta	E.E.	Baja	Media	Alta	E.E.
Belén	13.50 ^a	7.00 ^b	2.00 ^c	0.50	1350 ^a	460 ^b	220 ^b	69.52
Jerusalén	11.25 ^a	7.00 ^{ab}	3.75 ^b	1.17	1070 ^a	740 ^{ab}	460 ^b	117.52

Medias con letras distintas en filas son diferentes significativamente ($p \leq 0.01$)

En lo que corresponde a individuos por hectárea en Belén la parte baja es de 1350 plantas por hectárea, la parte media se compone por 460 plantas por hectárea y 220 plantas por hectárea en la parte alta, encontrándose diferencias significativas entre la parte baja y la parte alta; en comparación con la parte media en la que no hay diferencias significativas con ninguna de las otras dos partes. En Jerusalén se presenta la misma situación que en Belén, solo que la parte baja se compone de 1070 plantas por hectárea, la parte media por 740 y la parte alta por 460 plantas por hectárea.

Como se observa en el Cuadro 5, la comunidad Belén en la parte baja es la que presenta mayor número de especies y mayor número de árboles por hectárea con 1,350 plantas ha⁻¹, al igual que en Jerusalén, en donde se presentan 18 especies y 1,070 árboles ha⁻¹. En cada comunidad la parte baja es la que presenta mayor número de individuos por hectárea, esto debido a que las actividades agropecuarias van degradando los bosques de Encino a Selva Baja; además de existir un acceso cercano a estas zonas para la colecta y/o extracción de leña.

Las partes altas de ambas comunidades son las que presentan mayor cantidad de leña disponible, a pesar de contar con menor cantidad de especies e individuos por hectárea, debido a que el DAP y la altura de los árboles presentes en las partes altas son de mayor tamaño y la mayoría de las especies presentes ahí son aprovechables para leña. Cabe mencionar que la mayor parte de la zona alta está conformada por árboles de encino (*Quercus sp*) mientras que las partes medias y bajas son bosques de encinos degradados que tienen una conformación de selvas bajas.

El inventario forestal arrojó datos sobre el número de especies aprovechables y no aprovechables las cuales se presentan en el Cuadro 6. En Belén, se identificaron un total de 31 especies de árboles que conforman el ecosistema de sus áreas forestales; de las cuales, el 64.5% son aprovechables para leña o madera mientras que el resto corresponde a especies que no se usan para leña o madera. Por otro lado, en Jerusalén se encuentran 27 especies de árboles dentro de su área forestal; lo que corresponde al 66.7% de estas especies que se pueden aprovechar para la leña o madera. A pesar de eso, el 85% del total de las especies en algún momento suministran néctar para actividad apícola.

Cuadro 6. Número y porcentaje de especies aprovechables y no aprovechables en las comunidades de Belén y Jerusalén de Villaflores, Chiapas.

Comunidad	Especies		Total
	Aprovechables	No aprovechables	
Belén	20	11	31
Jerusalén	18	9	27

De acuerdo con datos presentes en el Cuadro 7 se enlistan 12 especies de árboles que se pueden ubicar en un bosque de Encino en condiciones naturales; además se identifica que todas ellas están aún presentes en las áreas forestales de las comunidades en estudio. Así también se observa que siete de ellas se usan para leña. En relación con los datos obtenidos en el inventario forestal realizado en las comunidades, se percibe que aún están presentes las especies que componen el bosque de Encino; sin embargo, debido a las actividades humanas desarrolladas en estas comunidades, se encuentran también especies como *Acacia collinsii* Saff

y *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth, las cuales no son propias de bosques maduros y son indicadoras de ecosistemas perturbados o en proceso de degradación cabe mencionar estas especies dominan el proceso de regeneración por casi 50 años (Lebrija-Trejos, *et al.*, 2008, 2010a, b).

Cuadro 7. Especies arbóreas en bosque de Encino no perturbado*.

Nombre común	Nombre científico	Presentes en el área de estudio	Se usa para leña
Encino o roble	<i>Quercus sp</i>	X	X
Iscanal	<i>Acacia collinsii</i> Saff	X	X
Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	X	
Espino	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	X	X
Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	X	X
Mata buey	<i>Lonchocarpus apricus</i> Lundell	X	X
Matarraton	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	X	X
Namo	<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose	X	
Pitillo	<i>Erythrina americana</i> Mill	X	
Copal	<i>Bursera ariensis</i> (Kunth)	X	
Papelillo	<i>Bursera sp</i>	X	
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X	X

* Adaptado con información de BIOMASA¹, (2014).

Como resultado de las encuestas realizadas a las amas de casa en cuanto a la leña de su preferencia, se mencionaron las especies que se muestran en el Cuadro 8. De esta lista las especies de especies el Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense* Kunth Benth), Cascabillo o Caulote blanco (*Luehea speciosa* Willd), Quebracho (*Acacia milleriana* Stand) y Pie de venado (*Bauhinia unguolata* L) son traídas de otros predios aledaños a la comunidad donde los propietarios venden los árboles a un costo de \$200.00 a \$300.00 (pesos mexicanos), además de ese costo se agrega los jornales que emplean los productores para su corte, aprovechamiento y su traslado hasta la comunidad. Cabe mencionar que las características para la selección y adquisición de estos árboles deben tener un DAP aproximado de 15 a 20 cm y una altura aproximada de 8 a 10 m. La leña obtenida de estos árboles sirve para cubrir las necesidades para la cocción de los alimentos por un periodo aproximado de un mes a un mes y medio.

4.3.1 Selección cualitativa de especies para leña

En el cuadro 8 se muestra la preferencia de las amas de casa por las especies que usan para leña con base en el sondeo por las entrevistas personales, con base en atributos del árbol, tales como la dureza de la leña, la durabilidad durante el proceso de combustión, la facilidad para prender el fuego, la cantidad de braza que deja

¹ Biodiversidad, Medio Ambiente, Suelo y Agua, Asociación Civil.

posterior a la quema de la madera. La preferencia de las especies que se muestran en este cuadro es el resultado del número de veces que cada especie fue mencionada en la encuesta

Cuadro 8. Especies de árboles para leña preferidas por las amas de casa

Orden Preferencia	Nombre común	Nombre científico
1	Encino o roble	<i>Quercus sp</i>
2	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i> Kunth Benth
3	Matabuey	<i>Lonchocarpus apricus</i> Lundell
4	Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
5	Quebracho	<i>Acacia milleriana</i> Stand
6	Pie de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.
7	Caulote negro	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
8	Cascabillo o caulote blanco	<i>Luehea speciosa</i> Willd

Nota. 1 es la más preferida y 8 es la menos preferida

4.3.2 Índice de preferencia de las especies utilizadas como leña

El Cuadro 9 presenta los atributos que los productores toman en cuenta al recolectar o cosechar la leña; proveniente de las especies mencionadas en las encuestas y en la observación directa en los hogares. De este modo se puede observar que las maderas duras son las que obtienen mejor calificación; sin embargo, las especies como Matarratón y Caulote resultan mejor calificadas que las otras especies debido a que estas presentan la cualidad del rebrote, el cual consiste en que después de ser cortados para el aprovechamiento de leña los troncos vuelven a sacar ramas, lo que las convierte en especies preferidas por los productores.

Cuadro 9. Evaluación numérica de las especies para leña

Especie	Braza	Ceniza	Fácil corte	Tiempo de combustión	Humo	Prende rápido	Rebrote
Encino	4	4	2	4	4	2	1
Tepeguaje	4	2	2	4	4	2	-
Matabuey	4	4	2	4	4	2	-
Nanche	3	4	3	3	4	2	1
Quebracho	3	3	1	3	3	2	2
Pie de venado	2	3	4	3	3	3	2
Caulote	3	3	3	3	4	3	3
Cascabillo	3	3	4	2	3	3	3
Iscanal	1	2	2	2	3	3	3
Matarratón	2	3	4	2	3	4	4

Notas. a) los valores 1=malo, 2= regular, 3= bueno y 4= muy bueno

b) para el caso de ceniza y humo los valores 1= mucho, 2= regular, 3= poco y 4= muy poco

El Cuadro 10 presenta la ponderación que se les dio a cada uno de los atributos de acuerdo a la importancia que hombres y mujeres de la comunidad le dan a cada uno de los atributos para evaluar la leña. Como se puede observar las mujeres y los hombres valoran de diferente manera los atributos de la leña que usan. Para las mujeres los dos principales atributos son la braza y tiempo de combustión y los dos

últimos son la ceniza y el rebrote de las especies; mientras que para los hombres los dos principales atributos son la braza y el rebrote; y los dos últimos son la ceniza y el humo. Esto es reflejo de que las mujeres no se dedican a la recolección de la leña. En cuanto a los hombres quienes se encargan de la recolección de la leña, una de sus prioridades es que el árbol del cual hacen leña posteriormente pueda tener rebrotes para su próximo aprovechamiento y a ellos no les interesa si la leña hace humo o no, debido a que no realizan las labores de cocina y les interesa que su leña haga buena braza al igual que las mujeres.

En lo que se refiere al rebrote de los árboles, para los hombres es de gran importancia debido a que algunos habitantes de las comunidades ya no cuentan con árboles para la extracción de leña, por lo que es indispensable contar o establecer especies que puedan satisfacer la demanda de leña y que al mismo tiempo perdure en las parcelas para su posterior aprovechamiento. De ahí que uno de los principales atributos para el establecimiento de bancos dendroenergéticos es que las plantas puedan sobrevivir posterior a su aprovechamiento.

Cuadro 10. Valores de ponderación

Atributo	Valor	
	Mujeres	Hombres
Braza	0.214	0.214
Ceniza	0.071	0.071
Fácil corte	0.143	0.143
Tiempo de combustión	0.214	0.143
Humo	0.143	0.071
Prende rápido	0.143	0.143
Rebrote	0.071	0.214

Como resultado de la ponderación de cada atributo por las mujeres y tomando en cuenta los valores asignados para cada atributo, se calculó el orden de preferencia presentado en el Cuadro 11.

El Cuadro 11 muestra el orden de preferencia de las especies que se usan como leña basado en la ponderación hecha por las mujeres para cada atributo. En el Cuadro 11 se observa que la mejor especie para leña con base en este índice de selección es el Encino (*Quercus sp*), en segundo lugar, se encuentra el Caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), en tercer lugar, el Matabuey (*Lonchocarpus apricus* Lundell) y mientras que las especies menos preferidas son Pie de Venado (*Bauhinia unguolata* L), Quebracho (*Acacia milleriana* Stand) y quedando en el décimo lugar la especie iscanal (*Acacia collinsii* Saff).

Cuadro 11. Orden de preferencia de las especies para leña de acuerdo a la opinión de las mujeres de las comunidades de Belén y Jerusalén

Especie	Braza	Ceniza	Fácil corte	Tiempo de combustión	Humo	Prende rápido	Rebrote	Total	orden de preferencia
Encino	85.6	28.4	28.6	85.6	57.2	28.6	7.1	45.9	1
Tepeguaje	85.6	21.3	28.6	85.6	57.2	28.6	0	43.8	4
Matabuey	85.6	28.4	28.6	85.6	57.2	28.6	0	44.9	3
Nanche	64.2	28.4	42.9	64.2	57.2	28.6	7.1	41.8	7
Quebracho	64.2	21.3	14.3	64.2	42.9	28.6	14.2	35.7	9
Pie de venado	42.8	21.3	57.2	64.2	42.9	42.9	14.2	40.8	8
Caulote	64.2	21.3	42.9	64.2	57.2	42.9	21.3	44.9	2
Cascabillo	64.2	21.3	57.2	42.8	42.9	42.9	21.3	41.8	6
Is canal	21.4	14.2	28.6	42.8	42.9	42.9	21.3	30.6	10
Matarratón	42.8	21.3	57.2	42.8	42.9	57.2	28.4	41.8	5

En lo que corresponde a la ponderación a los atributos hecha por los hombres (Cuadro 12) se contempla que el Matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq) es la ocupa el primer lugar en la preferencia y Caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) ocupa el segundo lugar y en el último lugar de preferencia coinciden hombres y mujeres en la especie de Acacia. Esta diferencia radica en las necesidades que tienen las señoras en la cocina, donde se necesita leña como la que se obtiene del Encino, que es un combustible que presenta una densidad alta lo que genera buena cantidad de calor, durabilidad en la combustión y buena braza.

Cuadro 12. Orden de preferencia de las especies para leña de acuerdo a la opinión de los hombres de las comunidades de Belén y Jerusalén

Especie	Braza	Ceniza	Fácil corte	Tiempo de combustión	Humo	Prende rápido	Rebrote	Total	orden de preferencia
Encino	85.6	28.4	28.6	57.2	28.4	28.6	21.4	39.7	4
Tepeguaje	85.6	21.3	28.6	57.2	28.4	28.6	0	35.7	8
Matabuey	85.6	28.4	28.6	57.2	28.4	28.6	0	36.7	6
Nanche	64.2	28.4	42.9	42.9	28.4	28.6	21.4	36.7	7
Quebracho	64.2	21.3	14.3	42.9	21.3	28.6	42.8	33.6	9
Pie de venado	42.8	21.3	57.2	42.9	21.3	42.9	42.8	38.7	5
Caulote	64.2	21.3	42.9	42.9	28.4	42.9	64.2	43.8	2
Cascabillo	64.2	21.3	57.2	28.6	21.3	42.9	64.2	42.8	3
Is canal	21.4	14.2	28.6	28.6	21.3	42.9	64.2	31.6	10
Matarratón	42.8	21.3	57.2	28.6	21.3	57.2	85.6	44.9	1

Para los hombres el Matarratón ofrece los beneficios que es una especie de rápido crecimiento y cuando se corta el árbol adulto, este tiene la capacidad de producir

rebrotos permitiendo al árbol recuperar la biomasa área y para proporcionar leña para el siguiente año.

Los hombres buscan la leña que se encuentre más cercana al hogar, los atributos como el humo y la ceniza son de poca importancia debido a que ellos no realizan actividades en la cocina.

4.4 Volumen de leña

4.4.1 Leña disponible en el área de estudio

En relación con el volumen de leña disponible en las comunidades en estudio, el Cuadro 13 muestra los resultados del inventario forestal. De acuerdo con los datos obtenidos, la parte baja de la comunidad Belén tiene un total de 253.45 m³ ha⁻¹ de los cuales solo 109.87 m³ ha⁻¹ son aprovechables para leña, el resto son especies que no sirven para la cocción de alimentos. En la parte media se tiene un total de 193.584 m³ ha⁻¹ de madera, sin embargo, solo 173.74 m³ ha⁻¹ se puede usar como leña. En la parte alta se cuenta con 445 m³ ha⁻¹ de madera y solo 371.29 de esta madera se puede usar para leña.

En lo que corresponde a Jerusalén, la parte baja cuenta con 271.68 m³ ha⁻¹ de madera de los cuales solo 109.45 m³ ha⁻¹ se pueden usar para leña; en la parte media hay un total de 532.742 m³ ha⁻¹ de las cuales solo 527.06 m³ ha⁻¹ son para leña; la parte alta posee 869.482 m³ ha⁻¹ de madera, de esta se puede aprovechar solo 861.29 m³ ha⁻¹.

Cuadro 13. Volumen de leña existente en las comunidades en estudio

Comunidad	Volumen total (m ³ ha ⁻¹)			Volumen disponible (m ³ ha ⁻¹)		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Belén	253.45 ^a	193.58 ^a	445.00 ^a	109.87 ^a	173.74 ^a	371.29 ^a
Jerusalén	271.68 ^a	532.74 ^b	869.00 ^a	109.45 ^a	527.06 ^b	861.29 ^a
E.E.	48.07	79.94	185.24	31.66	73.81	191.32

Medias en columnas con distintas letras son diferentes significativamente ($p \leq 0.01$)

Como se observa en el cuadro 13 la mayor cantidad de leña disponible se encuentra en la parte alta de las áreas forestales de cada comunidad, debido a que entre mayor es la altitud se encuentran árboles con mayor DAP (Figura 11). Al comparar los diámetros de los árboles de la parte baja con los diámetros de los árboles de la parte alta, se puede observar marcadas diferencias en la comunidad Belén y Jerusalén. La relación entre la altura y el diámetro entre las partes bajas y altas de del área de estudio da la pauta entender que la mayor cantidad de leña disponible se encuentra en las partes alta.

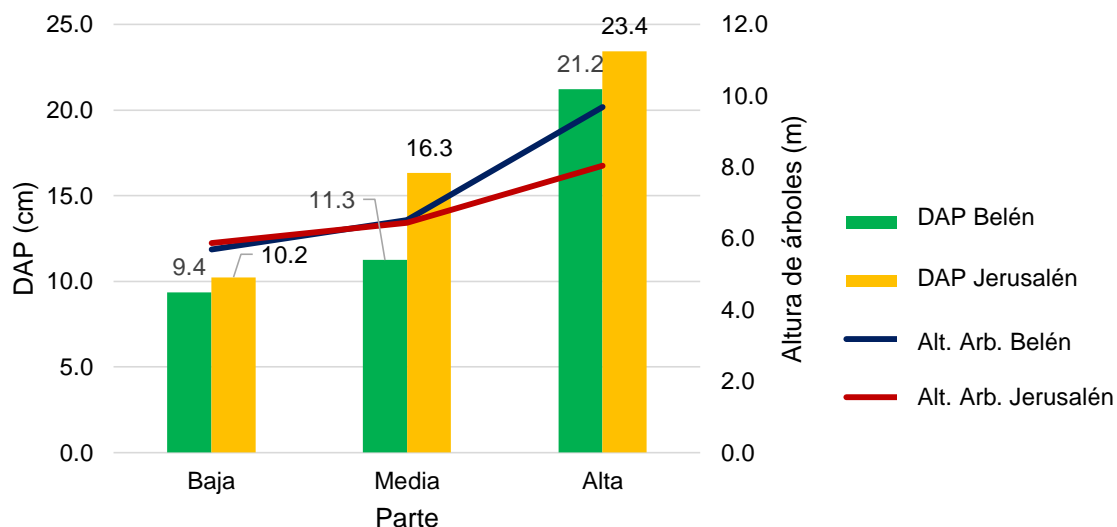


Figura 11. Diámetro altura de pecho (DAP) y altura de los árboles aprovechables para leña en el área de estudio

4.4.2. Consumo de leña en el área de estudio

En el Cuadro 14 se muestra el consumo mensual de leña por familia en metros cúbicos y en kilogramos utilizando el fogón tradicional y el fogón ecológico, junto a su respectiva producción de CO₂.

Con el uso del fogón tradicional se observa un consumo de leña de 2.63 m³ mes⁻¹ fam⁻¹, a diferencia del fogón ecológico que presentó un consumo de 1.37 m³ mes⁻¹ fam⁻¹, lo que corresponde a un ahorro del 43.7%, esta diferencia en el consumo de leña resulta significativa en cuanto al volumen como a la emisión de CO₂. Estos datos están por encima de los reportados por Calvo *et al.*, (2016) en el estado de Yucatán, México, en donde se obtuvo un ahorro del 25.56 y 26.12% con respecto al fogón tradicional. Sin embargo, los datos obtenidos en el presente estudio son algo similares a los reportados por Provecho (2004), quien reporta un ahorro en el consumo de leña del 40 al 67% y por el PESA (2007), quien sostiene que el ahorro en el consumo de leña es del 25 al 50%.

Cuadro 14. Consumo de leña y producción de CO₂ según tipo de fogón utilizado

Fogón	Consumo de leña			Producción de CO ₂		
	m ³ mes ⁻¹ fam ⁻¹	E.E.	Kg mes ⁻¹ fam ⁻¹	E.E.	Kg mes ⁻¹ fam ⁻¹	E.E.
Tradicional	2.63 ^a	0.09	1712.00 ^a	64.8	3138.70 ^a	118.8
Ecológico	1.37 ^b	0.09	896.28 ^b	64.8	1643.20 ^b	118.8

Medias en columnas con distintas letras son diferentes significativamente (p ≤ 0.01)

En el Cuadro 15 Hughell (1990), presenta la producción seca de leña (PSL) de un banco dendroenergético con *Gliricidia sepium* Jacq con una densidad de 2,500 plantas ha⁻¹ en un periodo de cinco años.

Cuadro 15. Producción de leña de un banco dendroenergético.

Edad (años)	PSL (t ha ⁻¹)*
1	2.55
2	7.06
3	11.48
4	15.17
5	18.04

* Hughell (1990)

El consumo de leña por familia requerida para un año con el uso del fogón ecológico es de 10.75 t; la cual, se puede obtener a partir del tercer año del establecimiento del banco dendroenergético.

4.5 Impacto de las alternativas tecnológicas

En las Figuras 12 y 13 se muestran las gráficas del impacto sobre las áreas forestas que puede haber con la implementación de las alternativas como son los fogones ecológicos, las plantaciones dendroenergéticas y la combinación de ambos; para lo cual se realizó la proyección anual durante los primeros cinco años posteriores al 2015 y en seguida se realizó a cada 5 años considerando hasta el año 2030.

En lo que corresponde a la comunidad Belén, la Figura 12 muestra como a través de la implementación de los fogones ecológicos se puede prolongar la existencia de sus áreas forestales aproximadamente hasta el año 2031; sin embargo, esto no evita que se pierda el total de sus áreas forestales, a diferencia de la incorporación de los bancos dendroenergéticos, estos ayudan a el remanente del área forestal a partir del año 2018 y posteriormente se observa una recuperación de estas áreas para el año 2019 asegurando la conservación de sus áreas forestales. Sin embargo, al combinar la implementación de los fogones ecológicos más el establecimiento de los bancos dendroenergéticos la estabilización se logra a partir del año 2018. Estos datos se fundamentan para el caso de los bancos dendroenergéticos en la información proveniente de Hughell (1990), considerando que cada familia de la comunidad siembre su propia parcela de 1 ha de plantación dendroenergética con una densidad de 2500 plantas ha⁻¹ de *Gliricidia sepium* (Jacq).

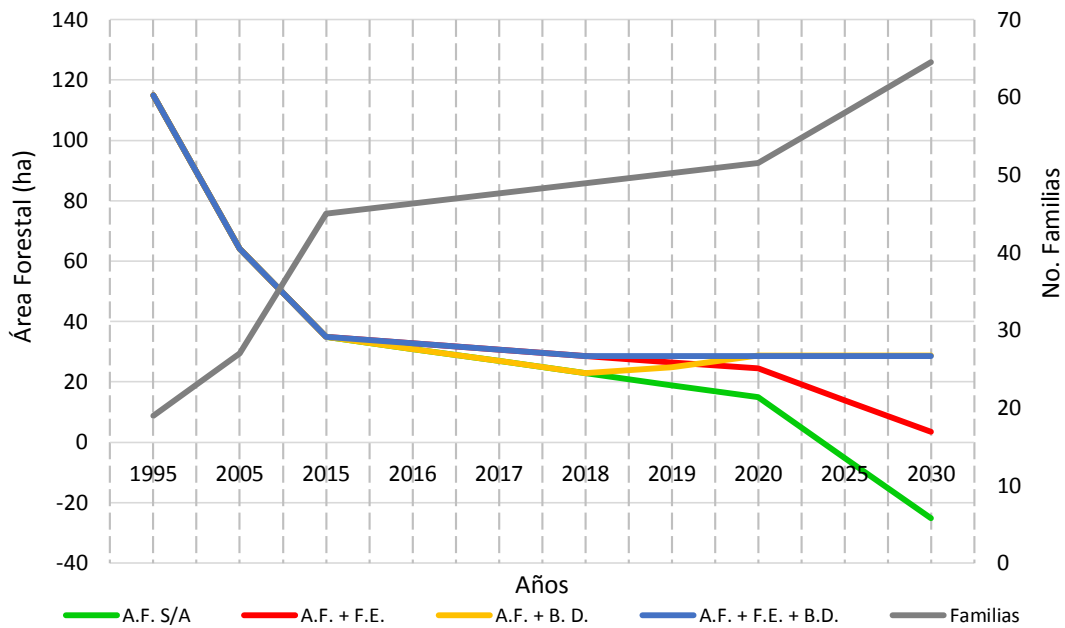


Figura 12. Impacto de alternativas sobre las áreas forestales en la comunidad Belén

Notas: A. F.=Área Forestal, S/A=sin alternativas, F.E.=fogón ecológico, B.D.=banco dendroenergético

En cuanto a la comunidad Jerusalén se observa algo similar que, en Belén, solo que debido a que poseen mayor cantidad de áreas forestales el impacto de los bancos dendroenergéticos sigue disminuyendo; sin embargo, esto contribuye a la estabilización del área forestal, puesto que con la implementación solo de los fogones ecológicos, llegara el momento en que sus áreas forestales declinen su tamaño al igual que en Belén, solo que en un tiempo mayor.

Adicionalmente a la reducción del gasto de leña de los fogones ecológicos, se reduce considerablemente la emisión de CO₂; además, de que los bancos de leña capturan carbono.

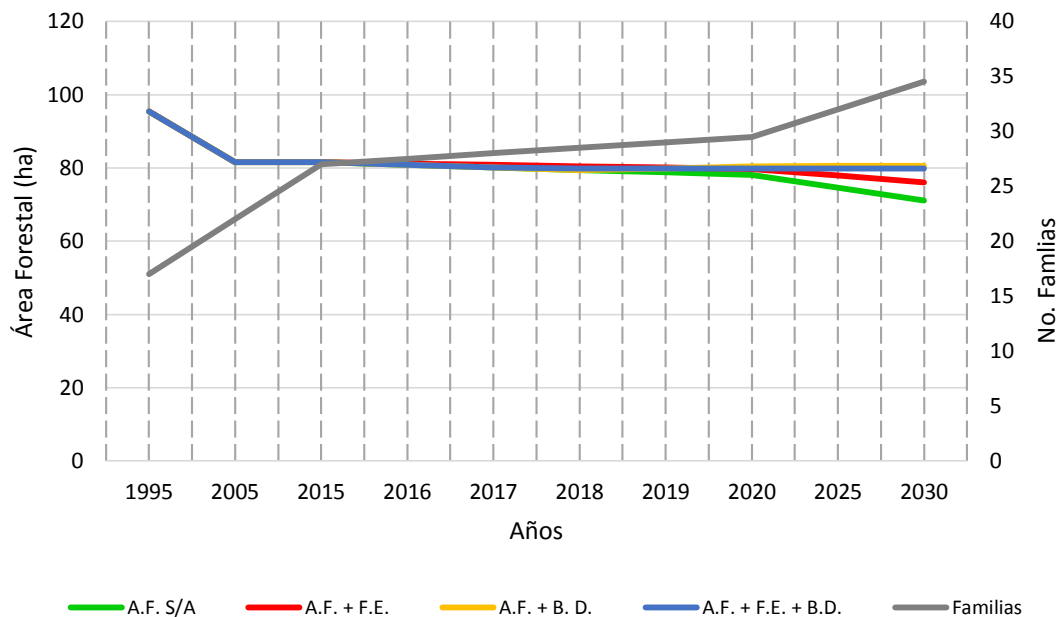


Figura 13. Impacto de alternativas sobre las áreas forestales en la comunidad Jerusalén

Notas: A.F.= Área Forestal, S/A= sin alternativas, F.E.= fogón ecológico, B.D.= banco dendroenergético

4.6 Plan comunitario de manejo y producción de recursos naturales

La tendencia actual en el uso de suelo en ambas comunidades lleva a un escenario en donde el suelo se empobrecerá cada vez más y dependerá de mayores cantidades de insumos para la producción de cultivos básicos (maíz y frijol principalmente) ya que, por lo menos, se espera que la tierra produzca para solventar las necesidades alimenticias de las familias de las comunidades.

Para el caso de los recursos naturales existentes en la microcuenca, se considera que de seguir con esta tendencia de uso irracional de los mismos, aunado al crecimiento poblacional, posibles incendios forestales y plagas, llegará la desaparición total de las áreas forestales y, de manera simultánea, la desaparición de fauna y otros recursos como el agua existente en las áreas de las comunidades.

De acuerdo con los habitantes de las comunidades, se considera un escenario ideal que en la microcuenca se cuenten con los siguientes aspectos:

- ❖ Caminos transitables
- ❖ Calles pavimentadas o empedradas
- ❖ Contar con escuelas y maestros
- ❖ Capacitación técnica para las actividades productivas y pecuarias
- ❖ Campo productivo

- ❖ Conservación de suelos
- ❖ Abasto de suficiente de combustible (leña)

4.6.2 Propuesta de políticas de manejo de los recursos

Con el objetivo de conocer las políticas de manejo de recursos con base en el mapa de vegetación y uso actual de suelo Figura 7 y 8, se elaboró el mapa de unidad de gestión territorial (UGT), estas unidades fueron acordadas por la asamblea de acuerdo al paisaje. Este refleja el estado o situación del territorio en un momento determinado, así como, el lugar que ocupa y la forma como participan cada uno de los elementos que lo componen, el tipo de relaciones existentes entre ellos y peso de la intervención de cada uno en los procesos que son claves en el funcionamiento del territorio.

En el Cuadro 16 se muestran las diferentes UGT en las comunidades en estudio; asimismo, se observa la superficie que comprende cada UGT en cada las comunidades. Para las comunidades del área en estudio se definieron siete unidades de paisaje que son base para definir las UGT.

Para el caso de Belén se observa que 108 ha de su territorio es dedicado únicamente para la agricultura siendo esta la de mayor superficie; mientras que en Jerusalén se dedican únicamente 47.7 ha de su territorio siendo esta la segunda de mayor superficie, debido a que el bosque de encino ocupa la mayor cantidad de la superficie con un total de 52.3 ha; caso contrario a Belén cuya superficie de bosque de encino se compone de 21.2 ha.

Cuadro 16. Unidades de gestión territorial del área de estudio

Código	UGT	Superficie (ha)	
		Belén	Jerusalén
I	Asentamiento humano	8.1	4.9
II	Agricultura en laderas pronunciadas	108	47.7
III	Pastizal	7	0.7
IV	Bosque de encino	21.2	52.3
V	Acahual	9.6	24.8
VI	Vegetación riparia ¹	4.1	4.5

4.6.3 Características de las UGT

Las UGT que resultaron en el área de estudio pueden ser segmentadas en función de las características que se encuentren en las comunidades (económicas, sociales y culturales de la población que habita). También pueden ser subdivididas por

¹ Vegetación (hidrófila o galería) que crece en las inmediaciones de un lago, río o arroyo suficientemente cerca como para que su evapotranspiración anual represente un factor importante en el régimen hídrico de dichos cuerpos de agua. (Convención Sitios Ramsar, 2005). Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/cuencas-conceptos>

cuestiones de competencia en la aplicación de la administración de recurso por programas o proyectos que sean de interés para los pobladores de las comunidades.

I. Asentamiento humano

Esta UGT la comprende al área destinada al asentamiento humano de las comunidades de estudio y se localizan en la parte baja donde se presentan pendientes suaves (<10%); además, se encuentran mejores condiciones para la instalación y operación de los diferentes servicios básicos que tienen las comunidades. Como se observa en el Cuadro 14 esta área comprende para el caso de Belén el 5.1% de su superficie y para Jerusalén representa el 3.6% de su superficie.

II. Agricultura en laderas pronunciadas

Esta unidad corresponde a aquellas áreas donde se practican las actividades agrícolas bajo condiciones críticas de profundidad de suelo y pendiente, por lo que su fragilidad resulta muy alta. Los terrenos que componen esta unidad representan el 68.4% para Belén y el 35.4% de la superficie de Jerusalén. Se considera que estos terrenos son marginales para las actividades agrícolas, siendo más conveniente su reconversión hacia otro uso.

III. Pastizales

A pesar de tener una superficie muy pequeña la cual representa el 4.4% de la superficie Belén y el 0.5% de la superficie de Jerusalén, los pastizales son las áreas dedicadas a la alimentación de ganado menor (ovinos) de manera extensiva. Esta UGT podría potencializar su producción con algunas acciones encaminadas a la ganadería sustentable como los sistemas silvopastoriles.

IV. Bosque de encino

Se refiere a las áreas de bosque de encino, este tipo de vegetación presenta árboles que pueden alcanzar entre 5 a 15 m de altura, pueden formar una vegetación cerrada o abierta y varían totalmente de caducifolios a perennifolios; además, de presentarse como la vegetación dominante en las partes altas de las comunidades. Estas áreas de encinares representan el 13.4% de la superficie de Belén y el 38.3% de la superficie de Jerusalén.

V. Acahual

Estos ecosistemas son ricos en biodiversidad de plantas, debido a que surge de manera espontánea en terrenos de uso agrícola o bien se trata de vegetación secundaria cuya característica depende del tiempo de formación o de las influencias de la vegetación circundante especialmente selva baja. Esta vegetación representa el 6.1% de la superficie de Belén y el 18.4% de la superficie de Jerusalén.

VI. Vegetación riparia

Esta UGT se encuentra a las orillas y sobre los cauces naturales de los mayores escurrimientos y arroyos de las comunidades. En este tipo de vegetación se mezclan especies propias de bosques templados con especies de clima cálido y mantienen su follaje durante todo el año, esto es debido a la disponibilidad de agua en el terreno. Derivado de la importancia del recurso agua para la población de las comunidades y su indiscutible función ecológica de esta vegetación, se consideró como una UGT, aun cuando se trata de una superficie relativamente pequeña que representa el 2.6% de la superficie de Belén y el 3.3% de la superficie de Jerusalén.

4.6.4 Lineamientos de uso de los recursos naturales

Actualmente las comunidades en estudio no cuentan con un reglamento interno formalizado en que se establezcan de manera clara y objetiva los estatutos en materia de uso y acceso a los recursos naturales. Para el caso de la comunidad Belén, el cuidado de estos recursos está basado en reglas o decisiones que cada ejidatario tiene de sus propios derechos ejidales de su parcela. En Jerusalén el caso es distinto, debido a los acuerdos que se realizaron en asamblea general desde principios de la fundación de la comunidad. Sin embargo, no siempre son respetadas, esto es por la presencia de personas ajenas a la comunidad, por tal motivo cada ejidatario es encargado de proteger y conservar los recursos naturales que poseen en sus parcelas.

Considerando las condiciones actuales de los terrenos ejidales y con base en la problemática ambiental encontrada en las comunidades, es necesario contar con reglas o lineamientos sobre un mejor uso de los recursos naturales existentes, los cuales deberán respetarse a la hora de ejecutar actividades que impliquen el uso o afecte los recursos naturales y/o cambio de uso del suelo.

En el Cuadro 17 se presentan los lineamientos los cuales van encaminados a proteger y restaurar cada uno de estos recursos que ahí se mencionan. Además, se contemplan actividades de mantenimiento, conservación y vigilancia comunitaria para garantizar el éxito de la propuesta.

Ante esta situación se propone la elaboración de un reglamento interno que mejore las condiciones de los recursos naturales y su manejo; así como, la convivencia social dentro de las comunidades. Con estos reglamentos se buscan los siguientes objetivos:

1. Regular el aprovechamiento, conservación y fomento de los recursos naturales.
2. Fomentar y orientar el aprovechamiento óptico y racional de los recursos a partir de la utilización de mejores técnicas e instrumento de trabajo.

Cuadro 17. Propuesta de lineamientos por recurso natural del área de estudio

Recurso	Lineamiento
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar mantenimiento a la infraestructura caminera con obras de desagüe para minimizar los efectos de las escorrentías a causa de las lluvias. • Establecer módulos agroforestales o diversificar cultivos sobre áreas donde actualmente se realizan actividades productivas (maíz y frijol), a manera de enriquecer los terrenos y evitar la erosión. • Realizar reconversión productiva en los terrenos no aptos para la práctica de la agricultura mediante el establecimiento de especies forestales maderables y no maderables. • Contar con las medidas y precauciones necesarias en el uso de agroquímicos. • Recolectar los envases de agroquímicos y trasladarlos a los centros de almacenamiento especial para este tipo de envases. • Realizar obras de conservación de suelos en las áreas más desprovistas de vegetación para evitar la erosión como son: acomodo de material vegetal muerto a curvas a nivel, presas filtrantes (ramas, piedras o costales de arena), zanja trincheras
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el aprovechamiento de árboles siempre y cuando sea para uso doméstico, quedando prohibido el aprovechamiento excesivo de especies, en este aspecto se le debe dar prioridad a los árboles caídos, maduros y enfermos. • Realizar anualmente obras de prevención de incendios (apertura y mantenimiento de brechas cortafuego) sobre el perímetro ejidal y de las microcuencas. • Evitar la venta de leña y establecer plantaciones dendroenergéticas con el fin de evitar el deterioro de las áreas forestales. • Construcción de fogones ecológicos. • Evitar la apertura de nuevas áreas para el establecimiento de cultivos agrícolas. • Gestionar una UMA¹ de especies exóticas presentes en la microcuenca (orquídeas).
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Respeto a las especies que se encuentran en las áreas forestales, evitando la cacería. • Respetar a los árboles que sirven de casa (nidos, huecos) y alimento (frutas) de las especies de fauna que se encuentran en la microcuenca. • Gestionar una UMA de especies de fauna presentes en la microcuenca con el fin de conservarlas.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la contaminación de los cuerpos de agua, haciendo uso eficaz de los agroquímicos y recolectando los envases de estos. • Respetar la vegetación riparia de los cuerpos de agua. • Iniciar procesos de captación de agua de lluvias para periodos críticos y/o para cultivos

¹ Unida de Manejo Ambiental

3. Defender, preservar y fomentar diversos tipos de fauna silvestre y la existencia de cuerpos de agua que ayuden a mantener el equilibrio del ecosistema propio de cada comunidad y de la microcuenca en general.

Aunque no se cuenta con brigadas de vigilancia e inspección, se requiere de la participación de la población en general para conservar los recursos naturales con los que cuentan las comunidades del área de estudio y en general de la microcuenca donde se encuentran.

4.6.1 Ordenamiento territorial comunitario

Con base en el mapa de vegetación y uso actual del suelo, se procedió realizar una propuesta de ordenamiento territorial comunitario (OTC) para lo cual se realizó un plan de uso de suelo, el cual consiste en un sistema amplio de información sobre la aptitud o uso potencial del suelo y posteriormente crear las Unidades de Gestión Territorial (UGT).

En el Cuadro 18 se muestran las diferentes políticas de las UGT, las propuestas de uso y las acciones sugeridas con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento o de mejorar las condiciones en la que se encuentran los recursos forestales de las comunidades en estudio.

Los habitantes de las comunidades en estudio generalizan que es necesario proteger a todas las UGT con brechas corta fuego, debido a que los incendios forestales afectan en cada una de las áreas donde se presente. Con mayor importancia es tomada la zona forestal ya que esta provee de servicios ambientales (agua, leña, biodiversidad de flora y fauna, oxígeno y belleza escénica) los cuales son de gran importancia para el desarrollo de las actividades económicas y sociales de las familias que se encuentran en las comunidades de estudio y de manera indirecta las familias que se encuentran en la parte baja de la microcuenca Palestina.

En lo que corresponde a la agricultura que es la UGT con mayor cantidad de superficie se realiza actualmente agricultura de conservación (todos los residuos de la cosecha quedan sobre el suelo y no se quema), pero se utiliza una gran cantidad de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, además del uso de fertilizantes nitrogenados. Todos estos agroquímicos provocan la contaminación del suelo, agua, aire y la muerte de especies que son benéficas para los cultivos y para las personas (plantas medicinales y comida).

Cuadro 18. Plan de uso de suelo, política y acciones propuestas

Política	UGT	Uso propuesto	Acciones
Aprovechamiento	I	Asentamiento humano	<ul style="list-style-type: none"> • Zanjas derivadoras en las calles
	II	Agricultura de conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento y conservación suelos • Manejo integrado de plagas • No quemar
		Agroforestal	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de bancos dendroenergéticos • Milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) y/o multipropósito
	III	Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas silvopastoriles • División y rotación de potreros
Restauración	IV, V, VI	Rodales semilleros	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de semillas • Producción de miel
	III, IV, V, VI	Regeneración inducida	<ul style="list-style-type: none"> • Pastos mejorados • Reforestación
Conservación	II, IV, VI	Conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Obras y prácticas de conservación de suelos
	IV, VI	Protección de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Protección contra incendios forestales • Gestión de UMA's • Zanjas trincheras
Protección	Todas	Protección de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Brechas corta fuego

En las Figuras 14 y 15 se muestran los bancos dendroenergéticos de las comunidades en estudio. Esto se realizó con base en la información de las UGT, donde se observan seis clasificaciones de uso dentro del polígono de cada comunidad.

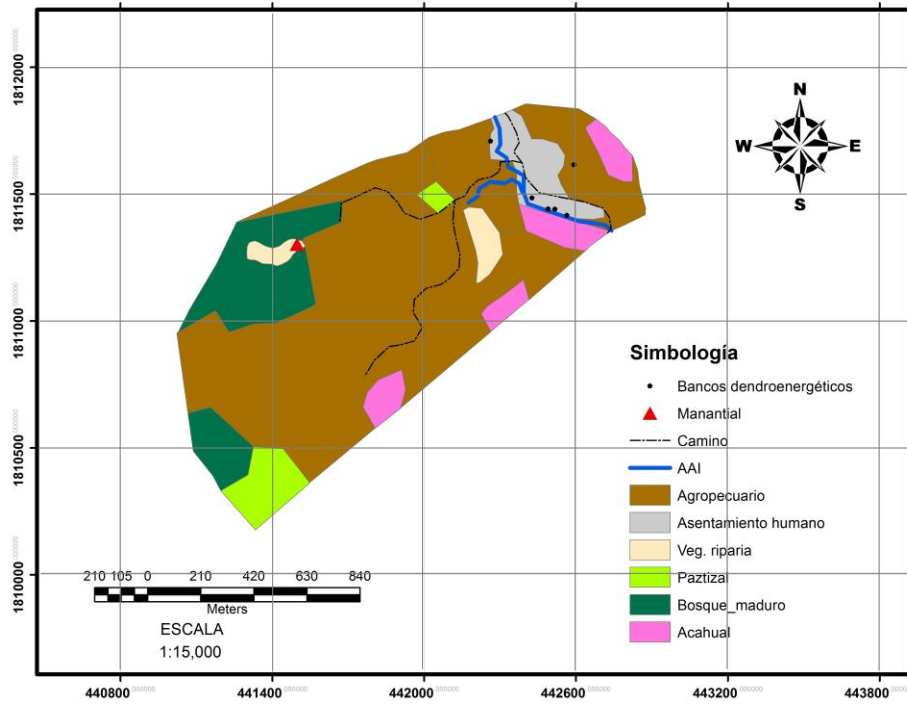


Figura 14. UGT y propuesta para establecimiento de bancos dendroenergéticos en la comunidad Belén

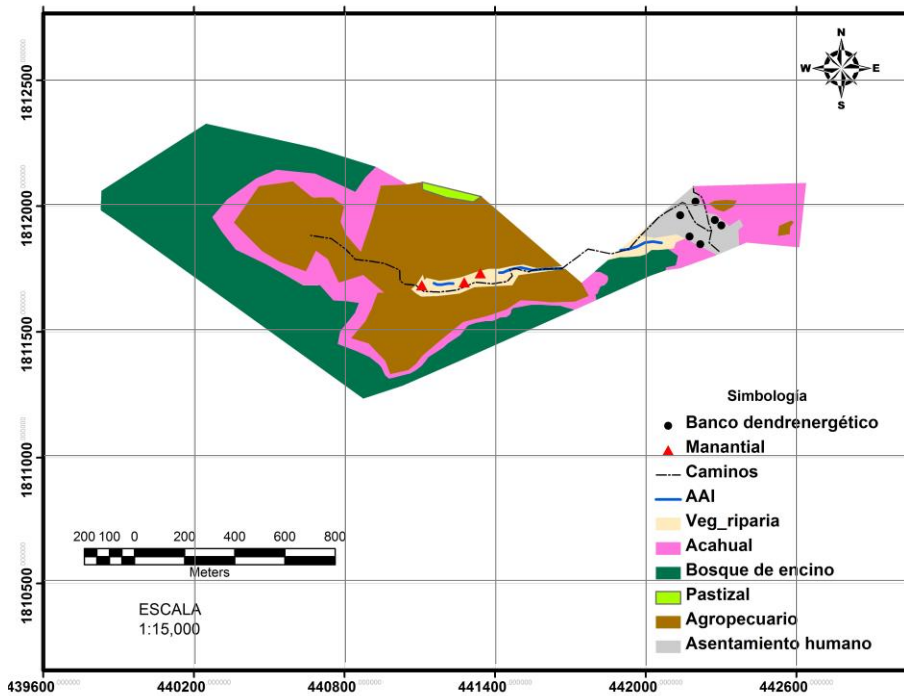


Figura 15. UGT y propuesta para establecimiento de bancos dendroenergéticos en la comunidad Jerusalén

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se considera que la dinámica del uso de suelo forestal en las comunidades es provocada principalmente por la tala que se realiza para la ampliación de áreas agrícolas y extracción de leña para uso doméstico. El uso de fogones ecológicos no son la solución para el problema de la deforestación, debido a que únicamente reducen el consumo de leña, pero no recuperan la pérdida de las áreas forestales, toda vez que con la implementación de los fogones en la comunidad Belén, solo se logra prolongar el tiempo (del 2023 al 2031) para la eliminación completa de las áreas forestales.

El establecimiento de bancos dendroenergéticos puede contribuir a la estabilización de la pérdida de área forestal. De tal forma que al incluirlos en el plan comunitario de manejo y producción de recursos forestales, se pueda satisfacer la demanda de leña en los hogares en los próximos cuatro años y se disminuya la presión sobre las áreas forestales logrando con esto la regeneración natural y recuperación de las áreas deforestadas o degradadas.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. G. 2005. Los asentamientos humanos y el cambio climático en México un escenario futuro de vulnerabilidad regional. Instituto de Geografía de la UNAM. México.
- Álvarez-Lam, J. 2015. El cambio climático y el desarrollo. *Ingeniería Industrial*, 0(28), 25-39. Recuperado de http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/238
- Anonymous. 1994. Deforestation Technical Support Package. Third International Conference on Environment Enforcement, Oaxaca Mexico April 25-28, 1994. World a Wildlife Fund; U. S. Environmental Protection Agency and U. S. Agency for International Development.
- Argawal, A. 1986. Cold hearts and barren slopes: the woodfuel crisis in the third world. Libros Zed. Ed. Allied publicaciones. Londres. 46-65 pp.
- Arrhenius, S. 1896. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science*. Series 5, Vol. 41 pages 237-276
- Badii, M. H., Guillen, A., C. E. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar y M. Acuña. 2015. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos Biodiversity Loss: Causes and Factors. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(2), 156-174.
- Barbier E. 2004. Explaining agricultural land expansion and deforestation in developing countries. *Amer. J. Agr. Econ.* (5) 86:1347-1353.
- Barbier E. y J. Burgess. 2001. The economics of tropical deforestation. *Journal of Economics Surveys* (3) 15:413-433.
- Barnes, D. y W. Floor. 1996. Rural energy in developing countries: a challenge for economic development. *Animal review of energy environment*, 21:497-530 pp.
- Berrueta, V. 2007. Evaluación energética del desempeño de dispositivos para la cocción con leña. Tesis de Doctorado en Ingeniería UNAM. México. 139 pp.
- Blanco, S., B. Cárdenas, P. Maíz, V. Berrueta, O. Masera y J. Cruz. 2009. Estudio

comparativo de estufas mejoradas para sustentar un programa de intervención masiva en México. Informe final. Instituto Nacional de Ecología. México D.F.

- Brown, S. y Roussopoulos. 1974. Estimating biases in the planar intersect method for estimating volumes of small fuels. *Forest Science*. 20:350-356.
- Burstein Roda, T. (2016). Rol del sector salud ante el cambio climático. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 33(1), 139-142.
- Caballero, M., S. Lozano y B. Ortega. 2007. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático. Una perspectiva desde las ciencias de la Tierra. *Revista digital universitaria* Vol. 8 Número 10. ISSN:1067-6079. UNAM. <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/Int78.htm>
- Callendar, G. S. 1938. The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 64:223.
- Calvo, M. A. V., A. C. León, C. S. Cervantes, M. A. P. Torres y D. M. Sangerman-Jarquín. 2016. Estufas lorena: uso de leña y conservación de la vegetación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3159-3172.
- CEIEG-Chiapas (Comité Estatal de Información, Estadística y Geografía de Chiapas) 2016. Disponible en <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/mapas/Inicio>.
- Chakravarty, S., S. K. Ghosh, C. P. Suresh, A. N. Dey y G. Shukla. 2012. Deforestation: causes, effects and control strategies. *Global perspectives on sustainable forest management*, 1, 1-26.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2010. Cambio Climático y REDD, Análisis sobre su aplicación en el Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales. Guadalajara, Jalisco.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2006. Capital natural y bienestar social. Disponible en: www.conabio.gob.mx
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2009b. Capital Natural de México. Capítulo I. El conocimiento actual de la biodiversidad.

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2000. Instructivo para el aprovechamiento de leña en comunidades rurales. Puebla, Puebla.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Manual básico para la elaboración de Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC). Gerencia de silvicultura comunitaria.
- CONANP-REBISE (Programa de Manejo Integral del Fuego-Reserva de la Biosfera la Sepultura). 2008. Programa de manejo integral del fuego en la cuenca el Tablón de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, municipio de Villaflores, Chiapas, México.
- Daily, G.C. 1995. Restoring value to the world's degraded lands. *Science*, 269:350-354.
- Dale V.H., R.V. O'Neill, M. Pedlowski y Frank Southworth. 1993. Causes and effects of land-use change in Central Rondonia, Brazil. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 56(6):997-1005.
- De Jong, B.H.J. 2001. Uncertainties in estimating the potencial for carbon mitigation of forest management. *Forest Ecology and Management*. 154, 85-104.
- Díaz Cordero, G. 2012. EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII Abril-Junio, 227-240.
- Díaz R. 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂, UNAM. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Díaz, R y O. Maser. 2003. Uso de leña en México: situación actual, retos y oportunidades. Balance Nacional de Energía. Secretaria de Energía, Mexico D.F.
- Díaz, R., V. Berrueta y O. Maser. 2011. Estufas de leña en: Cuaderno temático número 3. México, D.F. Ed. Red Mexicana de Bioenergía, A.C. 30 pp.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1995. Forest resources assessment 1990, FAO forestry paper 124, Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2001. Forest Resources Assessment 2000: Main Report. FAO Forestry paper 140. Rome.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. Global forest resources assessment 2005. Progress towards sustainable forest management

FAO Forestry Paper 147. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2005.

FAO (Food and Agriculture Organization). 1995. Agricultura mundial hacia el año 2010. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

FAO-UNEP (Food and Agriculture Organization- United Nations Environment Program). 1990. Tropical forest resources assessment project. Vol I. FAO. Roma.

Garduño, R. 1998. El veleidoso clima. México: la ciencia para todos, #27. FCE-SEP-CONACYT.

Geilfus, F. 2009. 80 Herramientas participativas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. Frans Geilfus – San José, C.R.: IICA, 2002, Octava reimpresión.

Gielen, D. J., J. Fujino, S. Hashimoto y Y. Moriguchi. 2002. Biomass strategies for climate policies?. Climate Policy. ELSEVIER. Reino Unido. Vol.2 No.4. pp. 319-333.

Goldenberg, J. 1989. Energía no Brasil.

González Jiménez, E. 1990. Estudio estructural y de composición en dos tipos de bosques de la Zona Norte húmeda de Costa Rica, y sus posibilidades de manejo (No. Thesis G643esd). Universidad Nacional, Heredia (Costa Rica). Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar.

Harley, C. D. 2011. Climate change, keystone predation, and biodiversity loss. Science, 334(6059), 1124-1127.

Hernández Sampieri, R. C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio. 1997. Metodología de la investigación. Ed. McGraw Hill Interamericana. ISBN 968-422-931-3

IEA (International Energy Agency's). 2006. Energy for cooking in developing countries, in: OECD/IEA (Ed.), World Energy.

Inayatullah, J. 2012. What makes people adopt improved cookstoves? Empirical evidence from rural northwest Pakistan. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16:3200-3205 pp.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2007. Censo Agropecuario: Censo Ejidal.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1: 250,000, Serie V, DGG-INEGI, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2016. Disponible en <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/default.aspx?tema=me&e=07>
- INFyS (Inventario Nacional Forestal y de Suelos). 2010. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Guadalajara, Jalisco.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal 2010. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México. Disponible en http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/EMM_chiapas
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate Change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical summary, Cambridge: WMO-UNEP. Cambridge University Press.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2002. "Cambio climático y biodiversidad. Documentos técnico V del IPCC. <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2007. Resumen Técnico. In Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch,

R. Dave, L. A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK y NY.

- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2013: "Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Jaramillo, V.J., J. Boone, L. Rentería-Rodríguez, D.L. Cummings y L. Ellingson. 2003. Biomass, carbón and nitrogen pool in Mexican tropical dry forest landscapes, *Ecosystems*. 6:609-629.
- Lambin, E.F., 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*, 21(3):375-393.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural Mexico: An examination of the concept. *Ecological Applications*, 7(1):316-329.
- Lebrija-Trejos, E., Bongers, F., Pérez-García, E.A. y Meave, J.A. 2008. Successional change and resilience of a very dry tropical deciduous forest following shifting agriculture. *Biotropica* 40:422-431.
- Lebrija-Trejos, E., Meave, J.A., Poorter, L., Pérez-García, E.A. y Bongers, F. 2010a. Pathways, mechanisms and variability of tropical dry forest succession. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12:267-275.
- Lebrija-Trejos, E., E. A. Pérez-García, J. A. Meave, F. Bongers y L. Poorter. 2010b. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical landscape. *Ecology* 91:386-398.
- Lee, H., J.L. Carr y A. Lankerani. 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global set. *Biodiversity and Conservation*, 4:128-155.
- Masera, O. R., A. D. Cerón y A. Ordóñez. 2001. Forestry mitigation options for

Mexico: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 6(3-4), 291-312.

Masera, O., 1993. Sustainable fuelwood use in rural Mexico, Vol. I: Current patterns of resource use, LBL-34634 UC-000

Masera, O. y J. Navia. 1997. Fuel Switching or Multiple Cooking Fuels? Understanding Inter-Fuel Substitution Patterns in Rural Mexican Households. *Biomass and Bioenergy* 12(5), 347-361.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2013, Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México 2013, OECD Publishing.

Ordóñez, A. 1999. Estimación de la captura de carbono en un bosque templado: caso de San Juan Nuevo. INE-SEMARNAP. México, D.F.

Ordóñez, J. A., 2008. Emisiones y captura de carbono derivadas de la dinámica de cambio de uso del suelo en los bosques de la región Purépecha. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. México, D.F.

OXFAM International. 2013. Informe temático. Adversidad creciente: cambio climático, alimentos y lucha contra el hambre. ISBN 978-1-78077-468-8. Oxfam GB, Oxford.

Patiño, J. F. y R. Smith. 2008. Consideraciones sobre la dendroenergía bajo un enfoque sistémico.

PESA (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria). 2007. Proyecto tipo Estufas ahorradoras de leña. México.

Pronatura México, A.C.-TNC (The Nature Conservancy). 2007. Biodiversidad del Centro y Occidente de México Planeación Ecorregional: Avances y Próximos Pasos. Parques en Peligro / USAID. México. 80 pp.

Provecho Research Center. 2004. "Helps "ONIL®" Griddle Stove, Fuel Efficiency and Emissions". Oregon, USA.

Quintero-Ángel, M., Y. Carvajal-Escobar y P. Aldunce. 2012. Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. *Revista Luna Azul*, Enero-Junio, 257-271.

- Rentería, L. Y. 1997. Biomasa y almacenes de carbono radical en tres comunidades vegetales de la costa de Jalisco, México, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.
- Riegelhaupt, E. 1996. Proyecto: FAO/MEX/TCP/4553(A). Dendroenergía para el desarrollo rural. "Situación dendroenergética en México", FAO. México, D.F.
- Romahn, C., H. Ramírez y J. Treviño. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rügnitz, M.T., M. L. Chacón y R. Porro. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades Rurales. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio iniciativa Amazonica (IA). Lima, Peru.
- Roncal-García, S., L. Soto-Pinto, J. Castellanos-Albores, N. Ramírez-Marcial y B. De Jong. 2008. Sistemas agroforestales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de Chiapas, México.
- SARH (Secretaria de Agricultura y Recurso Hidráulicos). 1994. Inventario Forestal Nacional Periódico, México 1994, Memoria Nacional Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre, México.
- Schimel, D.S. 1995. Terrestrial Ecosystems and The Carbon Cycle. *Global Change Biology*, 1:77-91.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2008. El avance de la frontera agropecuaria y sus consecuencias. Argentina.
- SEMARNAP (Secretaria de Media Ambiente, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación). 1997. Estudio de País. Primera convencion marco de la Naciones Unidas ante el cambio climatico. México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. México.
- SEMIP (Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal). 1988. Energía rural en México. México D.F.
- SENER (Secretaria de Energía). 2002. Balance Nacional de Energía, 2001. México D. F.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Estadísticas de

información agropecuaria y pesquera de Villaflores, Chiapas. En:
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

Smith, T.M., W.P. Cramer, R.K. Dixon, R. Leemans, R.P. Neilson y A. M. Solomon. 1993. The Global Terrestrial Carbon Cycle. *Water, Air and Soil Pollution*, 70:10-37

Soares, D. 2006. Género, leña y sostenibilidad: el caso de una comunidad de los Altos de Chiapas. *Economía, Sociedad y Territorio*.

SRA (Secretaria de la Reforma Agraria) 2008. Plano ejidal.

Swisher, J. 1994. Forestry and biomass energy projects: bottom-up comparisons of CO₂, storage and costs. *Biomass and Bioenergy*. ELSEVIER. Reino Unido. Vol. 6 No. 5. 359-368 pp

Tipper, R. y B. H. De Jong. 1998. Quantificación and regulation of carbon offsets from forestry: comparison of alternative methodologies, with special reference to Chiapas, Mexico. *Commonwealth Forestry Review* 77:219-228.

Tissari, J. 2008. Fine particle emissions from residential wood combustion. Tesis de doctorado, Faculty of Natural and Environmental Sciences, department of environmental science, University of Kuopio, Finlandia.

TNC (The Nature Conservancy). 2009. Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México. Síntesis de resultados obtenidos. México, D.F.

Toharia, M. 1994. Tiempo y clima. Colección de temas clave, Madrid: Salvat Editores.

Trossero, M. A. 2002. Wood energy: the way ahead. *Unasylva* 211, Vol. 53.

UE (Unión Europea). 2009. Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal. Bruselas, Bélgica.

UE (Unión Europea). 2016. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. Consultado en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/biodiversidad-y-cambio-climatico/>.

UN (Naciones Unidas). 2006: World Water Development Report 2: Water, a Shared Responsibility. UNESCO, Paris, 601 pp.

- Van Loo S. y Koppenjan, J. 2008. Handbook of biomass combustion and confiring. Twen University Press, Enchede.
- Velázquez, A.; T. Fernández, J. R. Díaz Gallegos, P. C. Alcántara, J. F. Mas, R. Castro, J. L. Palacio, E. Ezcurra, R. Mayorga Saucedo Y G. Bocco. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica, 21-37.
- Velázquez, C., 2015. Efecto de las actividades agropecuarias y forestales en el almacenamiento de carbono en ecosistemas de Villaflores, Chiapas.
- Voituriez, B. 1994. La atmósfera y el clima. Barcelona: Colección conocer la ciencia. RBA Editores.
- Watson R. T., I. R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D. J. Verardo y D. J. Dokken, (eds.). 2000. Land use, land-use change and forestry: A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Anexos

CARTA DESCRIPTIVA	
Nombre del taller	Diagnóstico de la retrospectiva de vegetación y uso de suelo
Nombre del responsable	Ing. Alonso López Cruz
Duración del curso:	1:09 horas
Lugar de instrucción:	Casa ejidal, ejido Belén, municipio de Villaflores, Chiapas
Fecha y hora:	29 de Octubre del 2015, a las 16:00 horas
Perfil de los capacitados:	Productores (no se necesita un perfil)
Capacidades previas que deben tener los participantes:	Conocimiento de la historia de la comunidad y del uso de sus tierras

OBJETIVO GENERAL:	Conocer la dinámica histórica del cambio de uso de suelo y las áreas de recolección y/o extracción de leña.				
OBJETIVOS PARTICULARES	EJES TEMATICOS	TECNICA DIDACTICA Y SU DESCRIPCION	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO	TIEMPO
Conocer e identificar a los participantes para generar un ambiente de confianza para que se facilite el aprendizaje	Presentación de los participantes.	Dinámica grupal, relacionar los nombres con animales que inician con la misma letra.	De forma verbal se presentará cada participante diciendo su nombre y procedencia y en que vinieron montados.	N/A	5 min +/- 2
Establecer las reglas de convivencia y conocer las expectativas que tiene el participante	Expectativas y reglas del curso.	Dinámica grupal papelografo.	Cada uno de los participantes expresara de forma verbal sus expectativas y las plasmara en media hoja, que posteriormente se pegara en la pared.	Hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	2 min +/- 2
Observar el mapa de vegetación y el uso actual del suelo	Presentación del mapa de vegetación y uso actual del suelo.	Exposición dialogada con apoyo de diapositivas y/o rotafolios para hacer un análisis con los asistentes.	Se desarrollará el tema con apoyo de diapositivas y/o rotafolios, generando la participación de los asistentes	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	7 min +/- 3

			aplicando preguntas generadoras.		
Conocer la dinámica histórica de la vegetación y el uso del suelo	Antecedentes históricos de los recursos naturales de la comunidad.	Dinámica grupal, dialogo simultaneo, lluvia de ideas, plenaria	Cada uno de los equipos comentara de forma verbal lo realizado en los rotafolios	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	30 min +/- 5
Identificar las áreas de recolección y/o extracción de leña	Tiempo y distancia del recorrido. Especies que se encuentran en las áreas de recolección	Exposición dialogada con apoyo de diapositivas y análisis de los asistentes.	Los participantes calcularan el tiempo y la distancia en que se lleva a cabo la actividad de recolección y/o extracción de leña	Computadora, cañón, rotafolios, portarotafolios, plumones	10 min +/- 3
Analizar la información obtenida del taller	Propuestas de solución a problemas	Plenaria.	Los equipos de trabajo buscaran una alternativa para dar solución al problema que encuentren.	Rotafolio, hojas blancas	15 min +/- 3
Total de tiempo					69 min +/- 18

CARTA DESCRIPTIVA	
Nombre del taller	Validación de tecnologías
Nombre del responsable	Ing. Alonso López Cruz
Duración del curso:	1:14 horas
Lugar de instrucción:	Escuela primaria del ejido Belén, municipio de Villaflores, Chiapas
Fecha y hora:	09 de febrero del 2016, a las 16:00 horas
Perfil de los capacitados:	Productores (no se necesita un perfil)
Capacidades previas que deben tener los participantes:	Ninguna

OBJETIVO GENERAL:	Identificar las tecnologías que brinden mejoras en el sector ambiental de la comunidad				
OBJETIVOS PARTICULARES	EJES TEMATICOS	TECNICA DIDACTICA Y SU DESCRIPCION	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO	TIEMPO
Conocer e identificar a los participantes para generar un ambiente de confianza para que se facilite el aprendizaje	Presentación de los participantes.	Dinámica grupal, relacionar los nombres con animales que inician con la misma letra.	De forma verbal se presentará cada participante diciendo su nombre y procedencia y en que vinieron montados.	N/A	5 min +/- 2
Establecer las reglas de convivencia y conocer las expectativas que tiene el participante	Expectativas y reglas del curso.	Dinámica grupal papelógrafo.	Cada uno de los participantes expresara de forma verbal sus expectativas y las plasmará en media hoja, que posteriormente pegara en la pared.	Hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	2 min +/- 2
Conocer diferentes tecnologías que brindan mejoras al sector ambiental de una comunidad	Presentación de tecnologías	Exposición dialogada con apoyo de diapositivas y/o rotafolios para hacer un análisis con los asistentes.	Se desarrollará el tema con apoyo de diapositivas y/o rotafolios, generando la participación de los asistentes aplicando preguntas generadoras.	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	20 min +/- 5
Identificar aquellas tecnologías que pueden establecerse en la localidad	Mejoramiento del sector forestal. Incorporación de tecnologías	Dinámica grupal, dialogo simultaneo, lluvia de ideas, plenaria	Cada uno de los equipos comentara de forma verbal lo realizado en los rotafolios	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	15 min +/- 5

Analizar información generada	la	Propuestas de tecnologías a desarrollar	Plenaria.	Los equipos de trabajo buscaran una alternativa para dar solución al problema que encuentren.	Rotafolio, hojas blancas	15 min +/- 3
Total de tiempo						57 min +/- 17

CARTA DESCRIPTIVA	
Nombre del taller	Plan comunitario de manejo y producción de recursos forestales
Nombre del responsable	Ing. Alonso López Cruz
Duración del curso:	2:32 horas
Lugar de instrucción:	Escuela primaria del ejido Belén, municipio de Villaflores, Chiapas
Fecha y hora:	22-24 de junio del 2016, a las 16:00 horas
Perfil de los capacitados:	Productores (no se necesita un perfil)
Capacidades previas que deben tener los participantes:	Ninguna

OBJETIVO GENERAL:	Desarrollar actividades necesarias para la producción de leña y mejoramiento de los recursos naturales de la comunidad				
OBJETIVOS PARTICULARES	EJES TEMATICOS	TECNICA DIDACTICA Y SU DESCRIPCION	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO	TIEMPO
Conocer e identificar a los participantes para generar un ambiente de confianza para que se facilite el aprendizaje	Presentación de los participantes.	Dinámica grupal, relacionar los nombres con frutas, verduras o animales	De forma verbal se presentará cada participante diciendo su nombre y procedencia y en que vinieron montados.	N/A	5 min +/- 2
Establecer las reglas de convivencia y conocer las expectativas que tiene el participante	Expectativas y reglas del taller.	Dinámica grupal papelografo.	Cada uno de los participantes expresara de forma verbal sus expectativas.	Hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	5 min +/- 1
Dar a conocer el propósito del taller	Objetivo general	Se pega un papel bond con el propósito del taller	De forma escrita y verbal se presenta el propósito del taller	Papel bond, cinta adhesiva	2 min +/- 1
Identificar las formas para la producción de leña	Diagrama de recursos, producción de leña, agua y restauración de suelos	Lluvia de ideas, exposición dialogada con apoyo de diapositivas y/o rotafolios para hacer un análisis con los asistentes.	Se desarrollará el tema con apoyo de diapositivas y/o rotafolios, generando la participación de los asistentes aplicando preguntas generadoras.	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	40 min +/- 5

Determinar el lugar y tamaño del área para el desarrollo de las actividades.	Diseño de siembra,	Dinámica grupal, dialogo simultaneo, lluvia de ideas, plenaria	Se desarrollará el tema en equipos con apoyo de rotafolios,	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	25 min +/- 5
Diseñar el método, la técnica y manejo de los bancos dendroenergéticos	Diseño de plantaciones, técnicas de siembra y manejo de plantaciones forestales	Lluvia de ideas, plan vivo y diálogo grupal	Se realizarán preguntas grupales sobre el conocimiento de los temas, explicación oral y dibujo simplificado	Rotafolios, plumones, cinta adhesiva, hojas blancas.	30 min +/- 5
Elaborar calendario para el desarrollo de actividades	Plan de ordenamiento territorial comunitario	Dinámica grupal, lluvia de ideas	El equipo determinara el momento en que se deben y se pueden desarrollar las actividades	Rotafolios, hojas blancas, marcadores, cinta adhesiva.	30 min +/- 5
Aprobar el plan de manejo y producción de recursos forestal		Votación en plenaria	Se realizará la votación en forma conjunta levantando el brazo, y se realizaran preguntas si están de acuerdo o en desacuerdo	Rotafolios, marcadores y cinta adhesiva	15 min +/- 3
Elaborar plan de manejo comunitario y producción de recursos forestales		Escritura y redacción		Computadora y hojas blancas	
Total de tiempo					57 min +/- 17

Encuesta

Nombre: _____ Edad: _____
 Localidad: _____ Municipio: _____ estado: _____

1.- ¿Cual es la principal fuentes de combustible para cocinar?

- a) Leña b) Electricidad c) Residuos de Cosecha d) Gas L. P.
 e) Carbón Vegetal f) Otros: _____

2. Si utiliza otro tipo de combustible aparte del anterior, ¿Cuánto consume de cada uno al mes y para qué los usa?

Combustible	% de uso en el hogar	Cantidad	Precio Estimado	Lugar donde compra	Distancia a la que se encuentra el sitio de compra	Para que lo usa
Leña						
Carbón Vegetal						
Gas L.P.G.						
Residuos de cosecha						

3. ¿Qué tipo de fogón o estufa utiliza principalmente para cocinar sus alimentos?

- a) Fogón suelo b) Fogón tradicional c) Estufa eléctrica d) Estufa de gas
 e) Fogón ecológico g) Estufa de energía solar 8) Otro _____

4. ¿En los últimos 5 años, ha cambiado de estufa o fogón?

- a) Si b) No

5. ¿Ha cambiado su consumo de leña desde que cambió de estufa o fogón?

- a) Aumentado ____ unidad medida ____ cantidad por semana
 b) Disminuido ____ unidad de medida ____ cantidad por semana
 c) Mantenido ____ unidad de medida ____ cantidad por semana

6. ¿Cada cuánto le da mantenimiento a su fogón?

- a) Diario b) Semanal c) Quincenal d) Mensual e) Trimestral
 f) Semestral g) Anual h) Nunca

7. ¿Conoce algún tipo de fogón diferente al que utiliza?

- a) No b) SiCuál? _____

8. ¿Cuál es el material predominante de su fogón?
a) Adobe b) Concreto c) Barro d) Ladrillo e) Otros _____
9. ¿El fogón cuenta con?
a) Hornillas _____ cuantificar b) Planchas c) Ambas _____
10. ¿Este fogón lo construyó?
a) Por cuenta propia b) Algún proyecto _____
11. ¿Hace cuánto tiempo lo construyó?
a) 1 a 6 meses b) 7 meses a 1 año c) 2 años d) más de 2 años
12. ¿Sí pudiera usted dejar de utilizar su fogón de uso actual, estaría usted dispuesto a realizar algún tipo de cambio?
a) Sí b) ¿No Por qué? _____
13. ¿Cómo obtiene la leña?:
a) Comprada b) Regalada c) La recoge en el campo d) Otro _____
14. Indique el miembro del hogar que recolecta leña con mayor frecuencia
a) Padre b) Madre c) Adolescentes varones d) Adolescentes mujeres
e) Niños varones f) Niñas mujeres g) Otros _____
15. ¿Cómo transporta principalmente la leña a su hogar?
a) A pie b) Bestia/Caballo c) Carreta bueyes/ caballo d) Bicicleta
e) Vehículo (Carro, Camioneta) f) Carreta de mano (8) Otro _____
16. ¿En qué lugar es recolectada?
a) Bosque propio b) Bosque comunitario c) Por los caminos
d) No sabe e) Otros _____
17. ¿En qué temporada del año recolecta más leña?
a) Primavera b) Verano c) Otoño d) invierno
18. ¿Realiza actividades de reforestación por la leña que obtiene?
a) Sí (2) No
19. ¿Existe algún bosque de la comunidad que se pueda sacar leña de forma legal?
a) Sí b) No c) No sabe
20. ¿Cuánto tiempo permanece el fuego encendido en el fogón?
a) 2 o 3 horas al día b) Mediodía c) El día entero

21. ¿Cuáles son las especies que usa como leña?

Especies	Prioridad	U. de Med.	Cant.	Frec. De corte	\$	Dist. (m)	Tiempo (min)	Largo de leño

22. ¿Toma en consideración las fases lunares para el corte de leña?

a) No b) Si ¿Porqué? _____