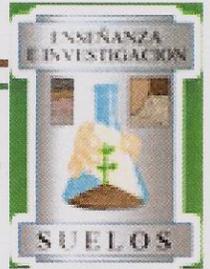


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
SUELOS**



**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

**ÁRBOLES NATIVOS CON POTENCIAL DENDROENERGÉTICO PARA EL  
DISEÑO DE TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES EN EL EJIDO DE LOS  
SAUCES, TEPALCINGO, MORELOS**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

PRESENTA:

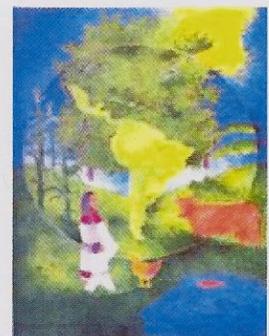
**YESCAS ALBARRÁN CÉSAR AUGUSTO**

BAJO LA DIRECCIÓN DE: DR. ARTEMIO CRUZ LEÓN

Chapingo, Estado de México, Julio de 2012



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
ORIGINA DE EXAMENES PROFESIONALES

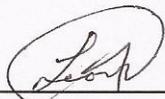


**ÁRBOLES NATIVOS CON POTENCIAL DENDROENERGÉTICO PARA EL  
DISEÑO DE TECNOLOGIAS AGROFORESTALES EN EL EJIDO DE LOS SAUCES,  
TEPALCINGO, MORELOS**

Tesis realizada por CÉSAR AUGUSTO YESCAS ALBARRÁN bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

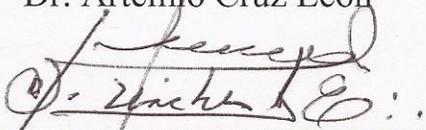
**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**DIRECTOR:**



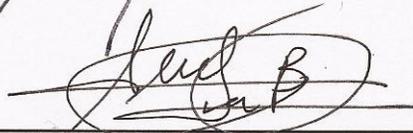
Dr. Artemio Cruz León

**CO- DIRECTOR:**



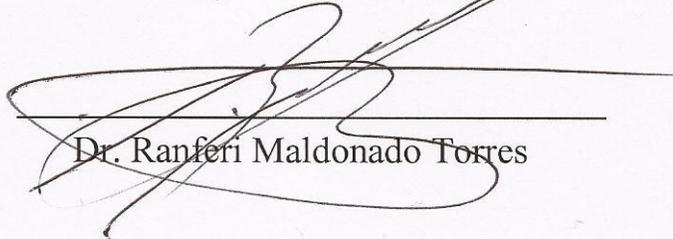
M. en C. Miguel Uribe Gómez

**ASESOR:**



Dr. Alejandro Lara Bueno

**ASESOR:**



Dr. Ranferi Maldonado Torres

## DEDICATORIA

A **DIOS** por permitirme estar en el lugar y el momento exacto para las oportunidades.

A mi **PADRE** Palemón Yescas Estrada<sup>†</sup> por que aunque no este conmigo físicamente esta mas cerca de mi y le agradezco por sus enseñanzas y su cariño para ser una mejor persona.

A mi **MADRE** Teresa Albarrán Zamora por el apoyo, la paciencia y el cariño que siempre me ha demostrado como madre.

A mis **HERMANOS** Ricardo, Edgar y Ángeles por la confianza y el apoyo que me han brindado ante cualquier adversidad.

A mi **ESPOSA** Alma Karen por la comprensión, el apoyo y el amor que me ha prodigado.

A mi **FAMILIA** Albarrán por el apoyo que me han dado.

A mi **OTRA FAMILIA** Pineda Paul por acogerme como un miembro mas de su familia.

A mis **SOBRINOS** Kevin y Lorena (los poncianos) por los grandes momentos alegres que me hicieron pasar.

A **SUANY SELENA** por transmitirme la paz y la tranquilidad que tiene una niña y de considerarte como una hija.

A mis **AMIGOS** de la Maestría Manuel y Cheli por que en momentos que yo no me sentía capaz, ellos confiaron para continuar con mi proyecto.

A todas las personas que confiaron en mi **GRACIAS.**

No existe nada bueno ni malo, es el pensamiento humano el que lo hace aparecer así.

William Shakespeare

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por otorgarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

Al Dr. Artemio Cruz León por el apoyo, la paciencia y las observaciones pertinentes para la realización de esta investigación.

Al M. en C. Miguel Uribe Gómez por sus valiosas correcciones y por el interés que destino a este proyecto.

Al Dr. Alejandro Lara Bueno y al Dr. Ranferi Maldonado Torres por sus valiosas observaciones.

Al Departamento de Zootecnia por la disposición para el uso del Laboratorio de Nutrición y al Dr. Eliseo Sosa Montes por su apoyo en la determinación y análisis de resultados del laboratorio.

A los habitantes del ejido de Los Sauces, Tepalcingo, Morelos, por permitirme realizar mi investigación; en especial a Don Margarito Tajonar Pliego y a su familia (esposa: Doña Vero, hija: Janet, yerno: “Tala” y nietos) que me dieron todas las facilidades para rea

## DATOS BIOGRÁFICOS

### Datos personales

**Nombre:** César Augusto Yescas Albarrán

**Fecha de nacimiento:** 19 de Abril de 1985

**Lugar de nacimiento:** Texcoco de Mora, Estado de México

**CURP:** YEAC 850419HMCSLS02

**Profesión:** Ingeniero en Agroecología

**Cedula profesional:** 6315021



### Desarrollo académico

**Bachillerato:** Escuela Preparatoria Oficial No. 100.

**Licenciatura:** Ingeniero en Agroecología, Departamento de enseñanza e Investigación en Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo.

**Maestría:** Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Programa de Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

# ÁRBOLES NATIVOS CON POTENCIAL DENDROENERGÉTICO PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES EN EL EJIDO DE LOS SAUCES, TEPALCINGO, MORELOS.

## WOOD QUALITY OF NATIVE TREES FOR AGROFORESTRY TECHNOLOGIES IN EJIDO DE LOS SAUCES, TEPALCINGO, MORELOS.

César Augusto **Yescas Albarrán**<sup>1</sup>, Artemio **Cruz León**<sup>2</sup>

### RESUMEN

El ejido de Los Sauces, Municipio de Tepalcingo, se ubica en el Estado de Morelos, en donde la población rural depende de diferentes especies vegetales para la extracción de leña en la cocción de sus alimentos, lo que ha generado una fuerte presión sobre los árboles nativos de selva baja caducifolia. Con base en esta problemática, mediante entrevistas (amas de casa y leñadores), se ubicaron las especies nativas más demandadas, para seleccionar las de mayor potencial de inserción en tecnologías agroforestales. En orden de importancia, estas son: Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), y Cubata blanca (*Acacia pennatula*). A estas especies; se le determinaron las variables de calor de combustión, cenizas, humedad, densidad y protocolo de germinación; para saber la calidad de la leña, obteniendo como resultado que las especies siguen el mismo orden de importancia. Una vez obtenidos estos resultados (entrevistas y determinaciones en laboratorio), se aplicó la metodología de diagnóstico y diseño (D&D), para obtener las propuestas de tecnologías agroforestales (árboles dispersos y cercos vivos). Concluyendo que estas son las tecnologías más apropiadas, para el ejido de Los Sauces, por ser la ganadería su principal actividad económica.

**Palabras clave:** calidad de leña, especies nativas, Agroforestería.

### ABSTRACT

Los Sauces, Municipio of Tepalcingo, is located in the State of Morelos, where the rural population depends on different vegetable species for the extraction of firewood in the boiling of its food. This has generated a strong pressure on the native trees of the deciduous low jungle. Based on this problems, and according to some interviews carried out over some housewives and woodcutters, there were located the most demanded native species, for selecting those of major potential of insertion in Agroforestry technologies. In order of importance, these are: Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), y Cubata blanca (*Acacia pennatula*). For knowing the quality of wood, the species were determined according to the variables of combustion, ashes, dampness, density and the protocol of germination, obtaining as a result that the species continue the same order. Once obtained these results (interviews and determinations in laboratory), the diagnose and design methodology was applied (D&D), to obtain the offers of Agroforestry technologies (dispersed trees and vivacious fences). In conclusion these are the most appropriate technologies, for the ejido de Los Sauces, for being ranching its principal economic activity

**Key words:** quality of wood, native species, Agroforestry.

<sup>1</sup>Tesista; <sup>2</sup>Director

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	1
<b>Objetivos</b> .....	2
<b>Objetivo General</b> .....	2
<b>Objetivos Específicos</b> .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	3
2. REVISIÓN DE LITERUATURA .....	4
<b>2.1 Dendroenergía</b> .....	4
<b>2.2. Calidad de la leña</b> .....	4
<b>2.3. Problemática de la leña</b> .....	7
<b>2.4. Alternativas para combatir los problemas por la extracción de leña</b> .....	7
<b>2.5. Sistemas Agroforestales</b> .....	8
2.5.1Tecnologías Agroforestales .....	9
2.5.1.1 Cercos vivos .....	9
2.5.1.2. Árboles en lindero.....	11
2.5.1.3. Árboles dispersos en potrero .....	11
2.5.1.4. Cultivo en callejones.....	13
2.5.1.5. Árboles forrajeros (bancos forrajeros) .....	13
2.5.1.6. Cortinas rompevientos .....	14
<b>2.6. Situación de la leña en México</b> .....	14
<b>2.7. Situación de la leña en Morelos</b> .....	16
<b>2.8. Protocolos de germinación</b> .....	20
3. MATERIALES Y METODOS.....	22
<b>3.1. Localización del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos</b> .....	22
<b>3.2. Obtención de las especies con mayor potencial dendroenergético</b> .....	23
<b>3.3. Obtención de densidad</b> .....	26
<b>3.4. Obtención de calor de combustión</b> .....	27
<b>3.5. Obtención de contenido de cenizas y humedad</b> .....	30
<b>3.6. Análisis de resultados de laboratorio</b> .....	30

<b>3.7. Protocolo de germinación</b> .....	30
<b>3.8. Propuesta de tecnologías agroforestales</b> .....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1.1. Importancia de la leña en las comunidades y perspectiva de las amas de casa .....	32
4.1.2. Perspectiva de los leñadores .....	37
<b>4.2. Fichas botánicas de las especies con mayor potencial dendroenergético</b> .....	40
4.2.1. Tepehuaje ( <i>Lysiloma acapulcense</i> Kunt Benth) .....	41
4.2.2. Tlahuitol o tepemezquite ( <i>Lysiloma divaricata</i> Jacq Macbr) .....	42
4.2.3. Palo dulce ( <i>Eysenhardtia polystachya</i> Ort Sarg) .....	43
4.2.4. Tecolhuixtle ( <i>Mimosa benthamii</i> J. F. Macbr).....	45
4.2.5. Palo brasil ( <i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst).....	46
4.2.6. Cubata blanca ( <i>Acacia pennatula</i> Cham & Schlechtendal Benth).....	48
<b>4.3. Criterios de la calidad de las especies dendroenergéticas</b> .....	49
4.3.1. Calor de combustión de las especies dendroenergéticas .....	50
4.3.2. Cantidad de cenizas y materia orgánica.....	51
4.3.3. Contenido de humedad de las especies dendroenergéticas .....	53
4.3.4. Densidad de las especies dendroenergéticas .....	54
<b>4.4. Protocolo de germinación</b> .....	55
<b>4.5. Diseño y propuesta de Tecnologías Agroforestales</b> .....	57
5. CONCLUSIONES .....	60
6. RECOMENDACIONES .....	61
7. LITERATURA CITADA.....	62
ANEXO 1. Encuestas realizadas .....	70

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Consumo de leña en México. ....	16
Cuadro 2 Listado de especies aprovechables en el ejido de Ahuehuetzingo, Puente de Ixtla, Morelos. ....	18
Cuadro 3 Especies dendroenergéticas, características como combustible, frecuencia de uso y tiempo de secado. ....	35
Cuadro 4 Especies dendroenergéticas, su comportamiento durante su utilización y la frecuencia de uso. ....	38
Cuadro 5 Otros usos de las especies dendroenergéticas en el ejido Los Sauces. ....	39
Cuadro 6 Análisis estadístico aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). ....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del ejido de Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.....	22
Figura 2. Entrevistando a los leñadores de la región. ....	25
Figura 3. Colecta de semillas y rajadas de leña. ....	25
Figura 4. Obtención del volumen de cuadro de leña. ....	26
Figura 5. Muestra molida de las especies dendroenergéticas y pesaje de la misma. ....	28
Figura 6. Colocación del alambre y montaje de la muestra en el soporte.....	29
Figura 7. Equipo para la obtención del calor de combustión (calorímetro isoperbólico). .....	29
Figura 8. Obtención de cenizas y humedad de las especies dendroenergéticas. ....	30
Figura 9. Tratamientos pregerminativos a semillas de Tepehuaje, Cubata blanca y Palo dulce. ....	31
Figura 10. Fogones en la comunidad de Los Sauces. ....	35
Figura 11. Entrevista a leñador en la comunidad de Los Sauces. ....	38
Figura 12. Árbol de Tepehuaje. ....	42
Figura 13. Árbol de Tlahuitol. ....	43
Figura 14. Árbol de Palo dulce. ....	45
Figura 15. Árbol de Tecolhuixtle.....	46
Figura 16. Árbol de Palo brasil.....	47
Figura 17. Árbol de Cubata blanca. ....	49
Figura 18. Calor de combustión de las especies dendroenergéticas. ....	51
Figura 19. Relación entre la cantidad de cenizas y materia orgánica. ....	52
Figura 20. Contenido de humedad de especies dendroenergéticas.....	54
Figura 21. Densidad de especies dendroenergéticas.....	55
Figura 22. Plántulas de Palo dulce a los 8 días de emergencia. ....	56
Figura 23. Plántulas de cubata a los 8 días de emergencia. ....	57
Figura 24. Plántulas de Tepehuaje a los 15 días de emergencia. ....	57
Figura 25. Ganado comiendo follaje de los arboles.....	58
Figura 26. Árboles dispersos en la comunidad Los Sauces, Tepalcingo, Morelos. ...	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

La dendroenergía (energía forestal) es toda la energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos primarios o secundarios derivados de los bosques, plantaciones forestales, arbolados urbanos y árboles en general. Representa la energía producida después de la combustión de los dendrocombustibles, tales como la leña, el carbón, *pallets*, briquetas, etc., y corresponde al poder calorífico neto del combustible (Guyat, 2004). La extracción y uso de la leña, impacta negativamente a los recursos forestales, ya sea para autoconsumo o venta (Ortiz, 2009).

La mayor parte de los usuarios de leña en México se concentra en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Díaz, 2000), con un consumo anual de 38 millones m<sup>3</sup>/año (CONAFOR, 2007).

La extracción de leña es una actividad muy marcada en las comunidades de Morelos. Existen 45 especies empleadas con este fin, que corresponden al 7.5% del total de las plantas útiles, sin embargo las especies de mayor demanda son: tepemezquite o Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), y Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*) (ATENDER, 2008).

La comunidad de Los Sauces, municipio de Tepalcingo, se ubica en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), se localiza en el estado de Morelos; entre las latitudes N 18° 33' 08" y 18° 37' 00", y entre las longitudes W 98° 58' y 98° 55'; a una altitud de 1, 216 m. El tipo de vegetación corresponde a la selva baja caducifolia. Algunas especies representativas de la

comunidad son la *Guazuma ulmifolia* (cuahulote), diversas especies de amates y cuajotes. Así mismo existen otras asociaciones secundarias formadas principalmente por arbustos espinosos de la familia Fabaceae. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación anual que oscila entre 800 y 1000 mm y una temperatura media anual de 22 °C. (INEGI 2011).

Las principales actividades económicas en el ejido de Los Sauces son la agricultura, ganadería, recolección de resinas, recolección de frutas, producción de mezcal, colecta de especies medicinales y extracción de leña; esta última es utilizada mayormente para autoconsumo en la cocción de los productos alimenticios y otra parte para la venta entre vecinos o en pueblos aledaños con el fin de obtener un ingreso económico extra. La leña al ser uno de los principales recursos usados como combustible por la mayoría de los habitantes, su uso excesivo crea presión sobre sus existencias, disminuyendo la disponibilidad de especies arbóreas y se espera que a mayor presión sobre el recurso, ante un aumento de la población, acelere su extracción; por lo que el objetivo de este trabajo es ubicar árboles nativos con potencial dendroenergético para diseñar tecnologías agroforestales que usen y conserven los recursos naturales en el ejido de Los Sauces, Municipio de Tepalcingo, Morelos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Ubicar árboles nativos con potencial dendroenergético para diseñar tecnologías agroforestales en el ejido de Los Sauces, Municipio de Tepalcingo, Morelos.

## **Objetivos Específicos**

- Seleccionar arboles nativos usados por las comunidades por su potencial dendroenergético en el ejido de Los Sauces, municipio de Tepalcingo, Morelos.
- Sistematizar el conocimiento tradicional de las especies dendroenergéticas y el proceso de aprovechamiento de las mismas.
- Con las especies dendroenergéticas, diseñar y proponer tecnologías agroforestales.

## **Hipótesis**

- En el ejido Los Sauces, existen especies arbóreas con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales.
- Las especies con mayor potencial dendroenergético son la que tienen mayor demanda entre los consumidores.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Dendroenergía**

Desde la prehistoria, cuando el hombre descubrió el fuego y lo utilizó para cocinar sus alimentos, los combustibles derivados de la biomasa (dendroenergéticas) han sido parte de su vida cotidiana. La dendroenergía (energía forestal) es el estudio de todos los tipos de energía derivadas de los biocombustibles primarios y secundarios, ya sean sólidos, líquidos y gaseosos que provienen de los bosques, plantaciones forestales, arbolados urbanos y árboles en general. Representa la energía producida después de la combustión de los dendrocombustibles, tales como la leña, el carbón, *pallets*, briquetas, etc., con su correspondiente poder calorífico neto (Guyat *et al.*, 2004).

La madera, además de ser un recurso renovable, es ambientalmente aceptable, ya que al ser usada como combustible no aumenta la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera al nivel de los combustibles fósiles, por lo que la producción de energía a partir de la biomasa forestal es llamada *dendroenergía limpia* (Guyat *et al.*, 2004).

### **2.2. Calidad de la leña**

Los compuestos orgánicos de la leña son principalmente celulosa, hemicelulosa y lignina. Una pequeña fracción corresponde a resinas. En el proceso de combustión la lignina se transforma principalmente en carbono fijo. Los otros compuestos se liberan como elementos volátiles, por lo cual el quemado de esta fracción se realiza con reacciones similares a las de un combustible gaseoso. En comparación, esta fracción gaseosa posee aproximadamente 40% mayor poder calorífico que la fracción sólida de

carbono fijo. La madera libre de agua posee un poder calorífico inferior de hasta 4.400 kcal/kg<sup>3</sup>. Este valor se reduce aproximadamente a 3.500 kcal/kg en la madera secada al aire con 20 % de humedad residual. Con mayor grado de humedad, se reduce aún más el poder calorífico (Drake *et al.*, 2002).

Poder calorífico es la cantidad de calor generada por una combustión completa de una masa específica de carbón en presencia de oxígeno. El poder calorífico representa la energía de combustión del carbono e hidrógeno de la materia orgánica y del azufre pirítico y en parte del orgánico (Vásquez y Herrera, 2006).

Otero *et al* (2004) definen a la calidad de leña como el conjunto de características que permiten diferenciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie. En este caso, las características principales para el combustible y sus razones se mencionan a continuación:

a) Humedad vs Valor Energético: La leña debería tener para su uso un contenido de humedad que permita aprovechar su máximo de energía. Se sabe que a mayor humedad menor valor energético. Lo que se propone a nivel de especialistas, que la leña tenga un contenido de humedad no mayor a 20%.

b) Densidad vs Valor Energético: Según la densidad de la especie se produce una variación en el valor energético de la leña. Por ejemplo, comparando una leña dura con una blanda, ambas con una humedad de un 20%, el valor energético será de mayor en la leña dura.

La densidad es probablemente la variable más estudiada y es el indicador más usado para determinar la calidad de la leña (Zhang, 1997). Es el peso de la unidad de volumen de la madera y dependerá en gran medida de la humedad. Convencionalmente la densidad aparente de la madera se toma con humedad menor del 20% (Bruzos, 2009).

Bruzos (2009) clasifica a la madera por su densidad aparente en:

**Muy pesadas:** Densidad aparente mayor de  $1 \text{Kg dm}^3^{-1}$

**Pesadas:** Esta comprendida entre 0.8 y  $1 \text{Kg dm}^3^{-1}$

**Medianamente pesadas:** Esta comprendida entre 0.5 y  $0.8 \text{Kg dm}^3^{-1}$

**Ligeras:** Si es menor de  $0.5 \text{Kg dm}^3^{-1}$

La presencia de elementos químicos como barnices, pigmentos o impregnaciones en la madera tratada o uso de residuos de demoliciones, o cajas de embalaje, etc. Utilizados como leña en la combustión producen sustancias tóxicas que son emitidas en cantidades muy pequeñas (trazas), persistentes (de larga estadía en la atmósfera) y efectos negativos para la salud (Otero *et al.*, 2004).

Otro autor menciona que los valores caloríficos prácticos son predominantemente influenciados por el contenido de humedad y en menor proporción por la cantidad de cenizas y extractivos (resinas), así como también por el porcentaje de fibras (densidad). Por lo tanto a mayor poder calorífico, menor contenido de humedad, menor cantidad de cenizas y mayor porcentaje de fibras (Bravo, 1989).

### **2.3. Problemática de la leña**

Los recursos forestales como la leña, han sido impactados significativamente por su extracción y uso; ya sea para autoconsumo o venta. La leña al ser uno de los principales recursos usados como combustible por la mayoría de la población, su uso excesivo crea presión sobre sus existencias en cada región, disminuyendo el acervo disponible y se espera mayor presión sobre el recurso ante un aumento de la población, acelerando su extracción (Ortiz, 2009).

La extracción de leña ocasiona problemas de deforestación, erosión y desertificación, sobre todo cuando se derriban árboles vivos (Contreras *et al.*, 2003), acción que no se compara con la extracción de las industrias forestales. La problemática sobre la utilización de leña y la conservación del bosque se encuentra influida por características y bajas condiciones socioeconómicas. Esto resulta difícil resolver, ya que la leña es un combustible irremplazable para este sector de la población, el uso de estufas de fogón abierto que presentan una baja eficiencia y, en consecuencia, un mayor consumo de leña y la no producción de leña con especies de rápido crecimiento (Alvarado, 2012).

### **2.4. Alternativas para combatir los problemas por la extracción de leña**

En la década de los 80's se desarrollaron normas para la selección de especies combustibles, en las que destacan el uso de especies locales, con elevado valor calorífico, que liberen poco humo, buena capacidad de rebrote, alto peso específico, de aceptación local y multiusos. Que usados en sistemas agroforestales como se ha hecho en otros países, se obtengan varios productos, agrícolas, pecuarios, frutales y energéticos (Sánchez y Domínguez, 1989).

En regiones donde el acceso a la biomasa es un problema, ya sea porque el recurso se encuentra distante de los hogares (como ocurre en muchas regiones de México) o porque su extracción provoca deforestación (como ocurre en regiones de África y Asia, principalmente), la producción de biomasa de manera sustentable (social y ambientalmente) debe ser parte de la solución a la problemática de su utilización. Para ello existen numerosas experiencias de desarrollo de huertos forestales o agroforestales (GIRA, 2003).

## **2.5. Sistemas Agroforestales**

Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en el principio de la sostenibilidad (López, 2007).

Algunas ventajas de los sistemas agroforestales son: a) Mantener o aumentar la productividad del sistema en el tiempo; b) Favorecer la posibilidad de fijación de nitrógeno atmosférico mediante los árboles de uso múltiple; c) Mantener la estructura y fertilidad del suelo mediante aportes de materia orgánica, aumentando la actividad biológica y la reducción de la acidez; d) Permite la mayor extracción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo (principalmente en zonas secas); e) Ayuda a recuperar suelos degradados y f) Permite obtener productos adicionales como madera, frutos, leñas, hojarasca, forraje, etc. (Jiménez y Muschler, 2001; Palomeque, 2009).

Las desventajas de los sistemas agroforestales son competencia por el agua y nutrientes, así como la disminución del rendimiento y un elevado costo al inicio del establecimiento (López, 2007).

Las dos principales funciones de los sistemas, según INIFAP (2003) son protección: suelo y agua; sombra para el ganado; modificación del microclima; y hábitat para fauna silvestre. Y productividad: alimentos para consumo humano; producción de forraje; combustibles [leña y carbón]; y materiales de construcción.

Los tipos de Sistemas Agroforestales que menciona SAGARPA (2005) son: **Sistema agrosilvopastoril**. Sistema agroforestal que combina los sistemas agrícolas, ganaderos y forestales. **Sistema agrosilvícola**: Es un sistema agroforestal que consisten en combinar árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas en la misma unidad. **Sistema silvopecuario**. Sistema agroforestal que combina los sistemas ganaderos y forestales. **Huertos familiares**. Combina árboles, arbustos y hierbas anuales y perennes.

Dentro estos sistemas existen las tecnologías o prácticas agroforestales que son: Cercos vivos, Árboles en lindero, Árboles dispersos en potrero, Cultivo en callejones, Árboles forrajeros (bancos forrajeros) y Cortinas rompevientos.

## **2.5.1 Tecnologías Agroforestales**

### **2.5.1.1 Cercos vivos**

Los cercos vivos consisten en sembrar líneas de árboles y/o de arbustos como soportes para el alambre de púas o liso, siguiendo los límites de una propiedad o marcando las divisiones entre parcelas según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o

perennes, potreros, bosques, etc.). Una cerca viva puede estar formada solamente de especies leñosas o de una combinación de especies leñosas con postes muertos (Villanueva *et al.*, 2005).

Son las prácticas agroforestales más difundidas porque contribuyen a generar un microclima que mejora las condiciones para la producción agrícola o pecuaria. Cuando se establecen apropiadamente, forman redes eficientes para la retención de suelo y lo protegen de la erosión. Muchas de las especies presentes en los cercos vivos que circundan las propiedades de los campesinos se caracterizan por un rebrote rápido y fácil. Diversas especies arbustivas, cactáceas o de zarzas leñosas provistas de espinas pueden establecerse y manejarse formando cercos vivos cerrados. Además de protección, los cercos vivos de espinos ofrecen los beneficios de cobijo termorregulador y evitan el ingreso de animales a las parcelas (Anónimo, 2006).

Beneficios que ofrecen los cercos vivos:

- Tienen larga duración.
- Dividen los potreros.
- Marcan los linderos de la finca.
- Dan sombra al ganado.
- Producen madera.
- Producen frutos para el consumo humano.
- Sirven como alimento para el ganado.
- Incrementan el valor de la finca.
- Sirven como corta fuegos.
- Reducen la presión sobre los bosques.
- Aseguran un aire más saludable.
- Mantienen y mejoran los suelos.
- Aumentan la presencia de diferentes tipos de animales silvestres.

- Mejoran la belleza de la finca.

Según la cantidad de especies y la altura de las copas, las cercas vivas pueden llamarse simples o multi-estratos. Las simples son aquellas que tienen una o dos especies dominantes como el jiñocuabe (*Bursera simaruba*), jocote (*Spondias spp*), pochote (*Ceiba sp.*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Generalmente, se podan cada 2 años y tienen una alta capacidad de rebrote. Las multi-estratos tienen más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales). Por lo general, algunas de estas especies no se podan y generan una mayor cobertura durante todo el año, lo cual es importante para los animales silvestres que viven o se refugian en estos árboles (Anónimo, 2006).

#### **2.5.1.2. Árboles en lindero**

Los linderos maderables se definen como sectores que delimitan las fincas de las propiedades vecinas; o áreas internas de cultivos pero que además actúan como barreras rompevientos, cercas vivas, y a su vez sirven como una estrategia para la obtención de productos madereros de interés (madera y postes) y productos forestales derivados (leña, polen, belleza escénica, alimento para la fauna), entre otros bienes (Rojas *et al.*, 2004).

#### **2.5.1.3. Árboles dispersos en potrero**

Durante muchos años los ganaderos pensaban que una buena finca era la que tenía potreros con un solo tipo de pasto y sin árboles, porque se creía que, entre menos árboles había, mayor era la producción de pasto y por ende, los rendimientos en carne y leche.

Sin embargo, hoy en día, los ganaderos se dieron cuenta que los árboles en los potreros son muy beneficiosos (Casasola, 2005).

Los beneficios de los árboles dispersos son (Casasola, 2005):

- Al ganado, le ofrecen sombra, frutos y follaje de buena calidad, durante la época seca, cuando el forraje es escaso.
- Al ganadero, le permiten incrementar sus ingresos ya que, además de vender los productos tradicionales (carne, leche y quesos) puede comercializar frutas, leña, madera y generar servicios ambientales.
- Además, mejoran la calidad de los suelos y ayudan a proteger a los animales silvestres.
- Obviamente, los árboles en potreros protegen el ganado del impacto del sol y mejoran el confort de los animales.

Los árboles deben estar bien distribuidos, para que los animales tengan espacio para transitar por el potrero y no queden bajo un solo grupo de árboles; esto es importante para el manejo de la pastura, para que la producción no se reduzca, y además, los pájaros y animales silvestres tengan una mayor facilidad para moverse. Cuando la función de los árboles es producir madera y estos crecen juntos, la calidad es inferior que cuando los árboles están más espaciados (Casasola, 2005).

La cantidad de árboles depende de la función que cumplen y del nivel de sombra que pueden tolerar los pastos. Si se desea que el potrero tenga un rango de 20 a 30 % de sombra, significa que debemos tener entre 25 a 40 árboles adultos por hectárea de especies como el laurel, cedro y roble de sabana, más los arbolitos que vienen creciendo,

que son el remplazo de los adultos. Si se mantiene sólo árboles adultos, va a llegar el día en que los potreros no tendrán árboles porque no habrá árboles jóvenes para remplazarlos, cuando se mueran o se corten (Casasola, 2005).

#### **2.5.1.4. Cultivo en callejones**

El cultivo en callejones es una práctica agroforestal que pertenece al sistema de “Árboles con Cultivos Anuales”. Estos se establecen en los espacios (callejones) entre líneas de árboles, generalmente de crecimiento rápido y fijadores de nitrógeno, que son podados a intervalos regulares para evitar competencia con los cultivos, proveen biomasa que suple nutrientes a los cultivos y suprime el crecimiento de las malezas. El objetivo del sistema es mantener la productividad de los suelos frágiles, sin recurrir al uso intensivo de los fertilizantes químicos, proveer nitrógeno, acumular hojarasca, favorecer el control de malezas y la producción de leña y forraje. Este sistema constituye una opción para aumentar la fertilidad de los suelos, sin embargo tiene la desventaja de que el espacio utilizado por los árboles disminuye el rendimiento de las cosechas por unidad de superficie de terreno (Sánchez, 1999).

#### **2.5.1.5. Árboles forrajeros (bancos forrajeros)**

Los árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para la ganadería que puede contribuir, mediante su follaje y frutos a resolver las restricciones de alimento en épocas críticas. De igual manera, este recurso contribuye a desarrollar sistemas ganaderos más fuertes, proporcionando el uso de múltiples recursos ambientales. En otras regiones del mundo, varios estudios han resaltado la diversidad de especies de árboles forrajeros en sistemas tradicionales ganaderos, y el profundo

conocimiento local de los productores para manejar los árboles de manera integrada al sistemas (Jiménez *et al.*, 2008).

El establecimiento de bancos forrajeros es una buena opción para alimentar bien a los animales y mantener los ingresos en la finca. Para obtener una buena producción de leche y carne, se requiere que el ganado reciba una dieta balanceada, rica en fuentes de energía y de proteínas. Los pastos y la caña (*Saccharum officinarum*) son fuentes ricas en energía, que es el combustible que facilita el desplazamiento de los animales. La proteína se encuentra en las leguminosas, como la cratilia (*Cratylia argentea*), el guaje (*Leucaena leucocephala*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el madero negro (*Gliricidia sepium*) que, al ser consumida, sirve para producir la carne y la leche (Casasola *et al.*, 2005; Jiménez *et al.*, 2008).

Los árboles forrajeros tienen las siguientes ventajas:

- Alimentar a los animales en los establos con forraje nutritivo.
- Puedo tener más animales en menor espacio.
- Puedo elegir especies de buena calidad nutritiva que no soportan el pisoteo de los animales.
- Mejoran el rendimiento de leche/carne por animal.
- Liberación de áreas con problemas de erosión que pueden ser reforestadas.

#### **2.5.1.6. Cortinas rompevientos**

Esta técnica se emplea en varias partes del mundo; su requisito más importante es el diseño. El solo establecer una cortina rompevientos no es suficiente para proteger

adecuadamente el cultivo. Una cortina rompevientos se debe de ser diseñada en forma de varias hileras de arboles y arbustos arreglados en diferentes estratos. Siempre hay que pastos o plantas herbáceas debajo de los arboles. El área protegida es mas grande cuando la cortina es un poco permeable y también si son repetidas a lo largo del terreno. Un factor muy importante en el diseño de las cortinas rompevientos es la orientación. Los arboles deben establecerse en forma perpendicular a la dirección dominante del viento (Musalem, 2002).

## **2.6. Situación de la leña en México**

El humano, desde su aparición necesitó de los recursos de la naturaleza para sobrevivir. En este contexto, un recurso biótico que ha sido empleado desde la prehistoria y de gran importancia para la sobrevivencia humana es la leña, considerada como la parte de algunos árboles y arbustos que, cortada y hecha trozos, se utiliza como combustible. En nuestro país, la leña representa la principal fuente de energía de hogares rurales y semi-urbanos (Aguilera, 2009). La leña es un combustible limpio por su bajo contenido de azufre, su nivel de contaminación es inferior a otros combustibles como el carbón mineral (Alvarado, 2012).

En el año de 1990 el volumen de leña a nivel nacional fue de 36 millones de  $m^3 \text{ año}^{-1}$  para la preparación de alimentos. En promedio cada familia consume 4 metros cúbicos de leña por año (Peña y Neyra, 1999). Actualmente se utiliza mayoritariamente a usos térmicos: cocción de alimentos, calentamiento de agua y pequeñas industrias; estimando que utilizan en total unos 38 millones  $m^3 \text{ año}^{-1}$  ( $24,9 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  en el sector doméstico de autoconsumo,  $6 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  en el sector doméstico comercial,  $6 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  en el

sector de las pequeñas industrias, y  $0,7 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  para producir carbón vegetal) (CONAFOR, 2007).

Los estudios de caso llevados en distintas regiones de México dan cuenta de un consumo per cápita que oscila entre 1.48 y 2.97 kg al día. En el Cuadro 1 se observa el consumo de leña por zona ecológica, el cual dice que a mayor disponibilidad de recurso, mayor es el consumo per cápita.

### **Cuadro 1. Consumo de leña en México.**

<b>Zona ecológica</b>	<b>Consumo per cápita de leña Kg/ cap/ day</b>
Templada	1,98
Trópico seco	2,47
Trópico húmedo	2,97
Semiárido	1,48
Pantanos	2,47

Fuente: Díaz, 2000.

La mayor parte de los usuarios de leña se concentra en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. (Díaz, 2000).

### **2.7. Situación de la leña en Morelos**

La extracción de leña es una actividad muy marcada en las comunidades de Morelos. Existen 45 especies empleadas con este fin, que corresponden al 7.5% del total de las plantas útiles, sin embargo las especies de mayor demanda son: tepemezquite o Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), y Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*) (ATENDER, 2008).

En los municipios de Amacuzac, Ayala, Coatlan del rio, Jojutla, Mazatepec, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Tetecala, Tlaltizapan y Tlaquiltenango; existen 49, 033 viviendas habitadas, de las cuales el 60% utiliza leña como fuente de combustible, con un consumo diario promedio de 4kg por vivienda, con un consumo diario de 159, 905.60 kg de leña (160 toneladas diarias), lo cual da un consumo anual de 58,400 toneladas (ATENDER, 2008).

Monroy y Monroy (2003) registraron 18 especies arbóreas con valor de uso energético; mismas que los habitantes de las comunidades rurales del Estado de Morelos, clasifican con base en sus características de combustión y dureza al momento del corte en maderas suaves o "fofas" y duras o "macizas", rasgos que determinan el destino final de la leña, del total de la madera extraída y comercializada. Aproximadamente el 90 % de la leña es obtenida de una leguminosa conocida popularmente como Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*).

La leña es el combustible mayormente utilizado en la Sierra de Huautla para la elaboración de los alimentos. La actividad de extracción de leña se hace tanto con fines de autoconsumo como también para el comercio en las ciudades cercanas, para la fabricación de pan. Esta práctica es generalmente ejercida por los jefes de familia. Las especies de mayor demanda (preferidas por el poco humo que producen) son: palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tepemezquite o Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), y Tecolhuixtle (*Mimosa bentharii*) (Maldonado, 1997).

Acosta (2000) realizó una investigación sobre el aprovechamiento de recursos forestales maderables en el ejido de Ahuehuetzingo, municipio de Puente de Ixtla, Morelos, donde obtuvo un listado de especies aprovechables para leña donde se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2 Listado de especies aprovechables en el ejido de Ahuehuetzingo, Puente de Ixtla, Morelos.**

No.	Nombre común	Nombre científico	Usos
1	Tepemezquite	<i>Lysiloma divaricata</i>	Madera dura, leña de excelente calidad.
2	Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	Madera dura de alto poder calorífico, preferida para leña y forraje, además morillos para cercos, mangos y cabos de herramientas.
3	Guaje	<i>Leucaena esculenta</i>	Madera dura, para construcción y follaje, las vainas son comestibles por animales y humanos.
4	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Madera dura, leña de primera calidad.
5	Tecolhuixtle	<i>Mimosa benthamii</i>	Madera dura, es altamente apreciada para construcciones rurales, elaboración de aperos agrícolas, leña y morillo, el follaje como forraje para el ganado.
6	Chinanca	<i>Cassia sp.</i>	
7	Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Madera fuerte y resistente, sirve para hacer muebles. También se puede utilizar para leña. Localmente se utiliza como medicinal.

---

<b>8</b>	Matarrata	<i>Gliricidia sepium</i>	Se usa la madera para leña, el follaje como alimento para el ganado y la raíz para matar ratas.
<b>9</b>	Canelillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Madera para leña y utensilios agrícolas.
<b>10</b>	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Madera dura, se utiliza como leña, las inflorescencias y las hojas son apetecidas por las cabras, sus vainas tienen aplicaciones en la medicina tradicional.
<b>11</b>	Guamúchil	<i>Phitecellobium dulce</i>	Madera dura, utilizada para construcción, morillo y leña. La corteza se utiliza para curtir pieles, el follaje y los frutos como forraje para el ganado, los frutos son comestibles.
<b>12</b>	Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Madera dura, buena para leña y morillos.
<b>13</b>	Tehuixtle	<i>Acacia bilimekii</i>	Madera dura para leña y utensilios agrícolas.
<b>14</b>	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Madera dura, leña de excelente calidad.
<b>15</b>	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Madera dura, apreciada como leña y morillos para construcciones rurales.

---

Fuente: Acosta, 2000.

## 2.8. Protocolos de germinación

En México las reforestaciones que se han realizado, y que aún se realizan, han utilizado principalmente especies exóticas como *Eucalyptus spp.*, *Casuarina spp.*, y *Pinus radiata*, entre otras, que en la mayoría de los casos no contribuyen al mejoramiento del medio ambiente ni responden a las expectativas de la población rural. Esta tendencia se debe a la escasez de estudios sobre la biología de especies nativas útiles y por consecuencia se desconoce la forma de propagarlas masivamente y de lograr su establecimiento exitoso. Por otra parte es necesario resaltar la inercia que existe, por parte de los organismos encargados de llevar a cabo las reforestaciones, al seguir utilizando el “paquete de especies exóticas”, dado que su propagación es ampliamente conocida por los técnicos forestales, además de existir poco interés por parte de éstos en buscar alternativas para la reforestación de especies nativas y conocer los protocolos de germinación (Arriaga *et al.*, 1994).

Los protocolos de germinación son importantes porque:

- a) Permiten conocer la capacidad germinativa del lote guardado en un banco de germoplasma, que servirá para evaluar la metodología de conservación en ese banco y su adecuación para cada especie en particular;
- b) Permiten conocer si las semillas guardadas presentan dormancia, de qué tipo y cómo romperla, para proceder a la germinación cuando sea necesario. En plantas endémicas, raras o amenazadas es muy importante hacer estos estudios cuando todavía se dispone de suficiente semilla en el campo y su recolección no supone una amenaza para la población;

c) Permiten conocer mejor la fenología y ecología de una especie. De los ensayos podemos inferir cual es el período y las condiciones más favorables para la germinación y el establecimiento de plántulas en la naturaleza; y

d) Facilitan la obtención de plántulas para su propagación en vivero y su posterior utilización para reforestar (Navarro, 2007).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos

La comunidad Los Sauces, se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), se localiza en el estado de Morelos, como se muestra en la Figura 1; entre las latitudes N 18° 33' 08" y 18° 37' 00", y entre las longitudes W 98° 58' y 98° 55'; a una altitud de 1, 216 m. Colinda al norte con el ejido Zacapalco, al sur con El Limón de Cuachichinola, al este con Pitzotlan, al noreste con Huitchila y al oeste con El Tepehuaje. Pertenece al eje Neovolcánico, construido por rocas metamórficas y sedimentarias. El suelo predominante es Feozem háplico (tierra parda) y la pendiente oscila entre 13 a 23%, en zonas muy pronunciadas y en zonas más planas de 5 a 8% (INEGI, 2011).



Figura 1. Macrolocalización del ejido de Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación anual que oscila entre 800 y 1000 mm y una temperatura media anual de 22 °C. El tipo de vegetación corresponde a la selva baja caducifolia. Algunas especies representativas de la comunidad son la *Guazuma ulmifolia* (cuahulote), diversas especies de amates y cuajotes. Asimismo existen otras asociaciones secundarias formadas principalmente por arbustos espinosos de la familia Fabaceae como: *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Mimosa polyantha*, *M. bentamii*, *E. polystachya* y otras. También, existen especies cactáceas columnares y otras menores como biznagas, la más importante desde el punto de vista comercial y comestible es la pitaya (*Stenocereus stellatus*) (INEGI, 2011).

Entre la fauna que se encuentra en la comunidad está el Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), conejo (*Sylvilagus cunicularis*), mapache (*Procyon lotor*), coyote (*Canis latrans*), tlacuache (*Didelphys virginiana*), zorrillo (*Conepatus sp.*), murciélagos (*Aribeus sp.*); en aves están la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), tortolita (*Columbina inca*), codorniz (*Colinus virginianus*), güilota (*Zenaida macroura*), gavilán (*Accipter striatus*), aguililla (*Buteo nitidus*), zopilote (*Coragyps atratus*), pájaro carpintero. Y para reptiles se encuentran la víbora de cascabel (*Crotelus durissusculminatus*), iguana (*Ctenosaura pectinata*), tilcuate (*Drymechon robidus*), escorpión, sapos, ranas y masacuate (INEGI, 2011).

### **3.2. Obtención de las especies con mayor potencial dendoenergético**

El conocimiento local se entiende como el acervo de conocimientos, creencias, costumbres y percepciones únicos para una cultura o una sociedad dada (Grenier, 1998; Monu, 1997). Generalmente, en el caso de aquel conocimiento vinculado a los recursos

naturales, deriva de observaciones cotidianas y de la experimentación con formas de vida, sistemas productivos y ecosistemas naturales (Mora, 2007).

El estudio de este conocimiento tiene muchas dimensiones, incluidas la lingüística, botánica, zoología y agricultura, ya que la información sobre el ambiente y los recursos naturales se construye a través de sistemas especiales de cognición y percepción, mismos que sirven para seleccionar la información más útil conservándola generacionalmente a través de medios orales o empíricos (Altieri, 1999). Por lo tanto este conocimiento es acumulativo, dinámico y se adapta a nuevos factores demográficos, culturales, tecnológicos o económicos, como son los vínculos con nuevos mercados, la adopción de nuevas tecnologías, el aumento en la densidad de población, el acceso a medios de información o nuevas formas de organización política (Toledo *et al.*, 2003).

Con base en una serie de entrevistas realizadas con anterioridad por los alumnos de la generación 2010- 2011 de la Maestría en Agroforestería como lo muestra la Figura 2, se elaboró un cuestionario más detallado para obtener el conocimiento local acerca de las especies mas utilizadas como leña (dendroenergéticas), tomando un 25% de las familias que habitan en la comunidad de Los Sauces, aplicando dos tipos de entrevistas, una para el leñador y otra para las amas de casa; se hizo esto ya que estos grupos no tienen la misma visión con respecto a la leña.



Figura 2. Entrevistando a los leñadores de la región.

Una vez que se obtuvo el listado de las especies con mayor frecuencia de uso dendeoenergético, mediante las entrevistas, se procedió a la colecta de semilla y de troncos de leña como lo muestra la Figura 3, para hacer las determinaciones de protocolo de germinación, calor de combustión, cenizas, densidad y humedad, tomando estas muestras de los arboles con las mejores características.



Figura 3. Colecta de semillas y rajas de leña.

### 3.3. Obtención de densidad

El método para la obtención de densidad descrito por Kollman (1959), fue coleccionar un trozo de leña de la especie y sacar tres cubos de aproximadamente 2 x 2 cm, los cuales se secaron a la intemperie durante 24 horas y después se pasaron a un desecador por otras 24 horas para sacar el aire contenido en la madera y permitir la entrada de agua, posteriormente fueron pesados utilizando una balanza electrónica, para obtener el volumen, los cubos fueron sumergidos en un vaso con agua con la ayuda de una aguja disección, como lo muestra la Figura 4 y se pesó para obtener el volumen por diferencia, después de esto, los cubos fueron sumergidos en agua durante siete días, una vez transcurrido ese tiempo, se pesaron y se metieron a una estufa a 103 °C durante 4 días para eliminar el agua contenida en los cubos, a partir del cuarto día comenzó el pesaje diariamente hasta que ya no cambiara el peso de estos para después obtener el volumen, mediante el método del vaso con agua.



Figura 4. Obtención del volumen de cuadro de leña.

Una vez tomados los datos de volumen y peso seco se utilizó la siguiente fórmula para obtener la densidad básica:

$$Db = \frac{Po}{Vv}$$

Donde:

Db= densidad básica

Po= Peso final (después de la estufa)

Vv=volumen inicial

Para obtener el contenido de humedad:

$$CH = \frac{Ph - Po}{Ph} \times 100$$

Donde:

CH= contenido de humedad

Ph= peso inicial

Po= peso final

### **3.4. Obtención de calor de combustión**

El calor de combustión se determinó mediante la metodología descrita por Soto y Nuñez (2008) la cual consistió en moler un trozo de tronco de cada especie hasta obtener un gramo de muestra. De cada especie se pesaron 0.5 g de muestra de madera, haciendo 2 repeticiones como se observa en la Figura 5. La muestra pesada se colocó en soporte de

la tapa de la cámara de combustión, colocando 10 cm de alambre para iniciar la combustión, como se observa en la Figura 6. Este soporte se fijó en la bomba de oxígeno, la cual cerrando herméticamente se le insertó oxígeno (25 a 30 atmósferas).

Paralelo a este proceso, se calentaron dos litros de agua hasta una temperatura de 30 °C los que fueron agregados en la cubeta del calorímetro isoperibólico, con el agua caliente, la bomba se colocó dentro del calorímetro y se introdujeron los datos de la muestra al software del equipo para la lectura del resultado como lo muestra la Figura 7.



Figura 5. Muestra molida de las especies estudiadas y pesaje de la misma.



Figura 6. Colocación del alambre y montaje de la muestra en el soporte.



Figura 7. Equipo para la obtención del calor de combustión (calorímetro isoperbólico).

Después de haber tomado los datos, el calorímetro es destapado, retirando con unas pinzas, la bomba para después abrirla a la intemperie ya que contiene presión del oxígeno, una vez abierta se retira el alambre no quemado, se enjuaga el interior de la bomba, el soporte y la tapa, con agua destilada, vertiendo esta solución en un matraz Erlenmeyer para después titular con carbonato de sodio, esto con la finalidad de saber si existe presencia de ácidos.

### 3.5. Obtención de contenido de cenizas y humedad

Para la obtención de estas dos variables se utilizaron los procedimientos de laboratorio propuestos por Sosa (1979), dichos procesos se observan en la Figura 8.



Figura 8. Obtención de cenizas y humedad de las especies dendroenergéticas.

### 3.6. Análisis de resultados de laboratorio

El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GLM de SAS (2002). Las pruebas de comparación de medias con 0.05 de significancia estadística se realizaron mediante la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997)

### 3.7. Protocolo de germinación

La metodología para la elaboración de los tratamientos de germinación, se observa en la Figura 9, la cual fue tomada del trabajo que utilizó el INE (2007) para semillas de árboles de selva baja caducifolia. Una vez aplicado el tratamiento pre germinativo a las semillas se sembraron en charolas de unigel de 200 cavidades, utilizando peat moss

como sustrato para posteriormente obtener el porcentaje de germinación y días de emergencia de las plántulas.



Figura 9. Tratamientos pregerminativos a semillas de Tepehuaje, Cubata blanca y Palo dulce.

### **3.8. Propuesta de tecnologías agroforestales**

Para estructurar el diseño y propuesta de las tecnologías agroforestales se utilizó la metodología de Diagnóstico y Diseño descrita por Raintree (1987), la cual consiste básicamente en cinco etapas: Prediagnóstico, Diagnóstico, Diseño y evaluación, Planeación e Implementación.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Utilización de la leña y preferencias de acuerdo al género**

Con base en los resultados de las entrevistas realizadas en la comunidad de Los Sauces, se encontró que existe un proceso de sustitución de la leña como combustible para el hogar, el gas LP es el combustible sustituto, que aun no alcanza a establecerse. También se encontró que los intereses y visión sobre la leña de las amas de casa es diferente a la de los leñadores, ya que estos últimos prefieren las especies fáciles de cortar, de rajado lineal y secado rápido, en tanto que las mujeres se inclinan por especies que no producen humo, y en función de las necesidades, algunas ocasiones requieren de especies que sean de fuego lento y constante, como es el caso del cocinado de los frijoles, o bien leña con fuego rápido, “arreatado” que se requiere para hacer tortillas.

#### **4.1.1. Importancia de la leña en las comunidades y perspectiva de las amas de casa**

Los combustible en los hogares es una necesidad tanto en comunidades urbanas como rurales, que se emplean para la preparación de los alimentos, pero también para temperar el agua usada con fines de higiene personal. La leña es un combustible propio de las comunidades rurales que se va sustituyendo por combustibles fósiles en la medida que los habitantes tienen acceso a estos últimos y a los equipos e instalaciones necesarias para su empleo. La utilización de la leña en las comunidades es un recurso que se maneja de manera apropiada por los habitantes rurales, en la medida que la leña se corta y se procesa para su aprovechamiento, los equipos, dispositivos e instalaciones para su empleo son muy elementales y se reducen a instrumental o instalaciones simples que los propios productores elaboran. El uso de combustibles fósiles requiere equipo e

instalaciones que deben ser adquiridas en las ciudades y normalmente son costosas y pocas veces accesibles al presupuesto de campesinos marginados, además, el valor de los combustibles requiere de pago en efectivo, situación que vuelve limitante el uso de dichos materiales, por ello, en la localidad de los Sauces, lo que se encontró es que el 40% de las hogares utiliza únicamente leña, y por ello no cuentan con equipo para combustible fósil, localmente denominado como “gas LP”, que corresponde al Butano, que se comercializa en cilindros de 20 kg con un costo actual de \$ 235 en las comunidades; en tanto que el 60 % de los hogares combina leña y “gas”, lo cual significa una transición en el cambio de los combustibles. A pesar de que la comunidad es productora de leña para comercializar, se presenta un cambio hacia los combustibles fósiles, mismo que es incipiente ya que a pesar de que 6 de cada 10 lo llegan a utilizar, se combina con leña y se presenta un uso esporádico.

Uno de los aspectos evidentes es que el uso de “gas” y la posición de estufas, calentadores de agua y parrillas, además de espacios cerrados para cocina y cuartos de baño, son parte del prestigio social que se presenta en el pueblo y permite demostrar ante los ojos del resto de los miembros de la comunidad el desarrollo económico familiar, muchas de las veces asociado a la migración de los hijos al extranjero.

Contrario a lo anterior, la cultura de uso de la leña se encuentra arraigada en el “gusto” de las amas de casa por el uso de la leña para cocinar, mismo que se asocia con el “mejor sabor” de los alimentos o bien la obtención de fuego lento o “arrebatao” necesario para la cocción de determinados alimentos, por ello el 90 % de las amas de casa afirman que prefieren la leña para cocinar y también existen opiniones sobre sus preferencia para con la leña y las circunstancias en las que se prefiere usar el gas. En la

voz de algunas de las amas de casa de los Sauces manifiestan las razones de su preferencia de la leña:

“No [no dejaría de cocinar con leña] porque ahí hace uno las tortillas y saben mejor, y los frijoles también se cuecen más bonito con leña” (Verónica, 49 años).

También se auto identifican con la cultura propia de la generaciones mayores e inclusive se califica peyorativamente a las generaciones nuevas.

“Pues no [no dejaría de cocinar con leña] porque soy antigua, ya ahora las muchachas [mujeres jóvenes] son flojas, les da pereza prender el fogón” (Gregoria, 60 años).

Se establecen las condiciones en las que se justifica el uso de las estufas, mismas que reflejan situaciones temporales y se reafirma el uso de la leña.

“La estufa de gas si es necesaria para cuando uno se enferma en la noche, un té pa´ rápido, en la estufa, porque en uno de leña [fogón] nomás no arde la lumbre, y como que no, y para eso es más una estufa” (Victoria, 38 años).

“El gas lo utilizamos cuando, en tiempo de lluvias, la leña esta mojada pero me gusta más usar leña porque la comida se cose mejor” (Janet, 30 años, Los Sauces)

La cantidad de leña utilizada depende del número de miembros de la familia, de esta manera, las familias pequeñas usan solo de 1 a 2 cargas al mes, en tanto que las familias extendidas este número puede llegar a 6. Resalta el hecho de que el 90 % de los entrevistados emplea de una a dos cargas al mes. La eficiencia en el uso de la leña es una preocupación de los programas gubernamentales, cuya aplicación ha dado como resultado que alrededor del 50

% de las familias cuentan con fogones ahorradores de leña como se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Fogones en la comunidad de Los Sauces.

Las especies dendroenergéticas poseen diferentes características relacionadas con su uso como leña, dichas características se identifican por las amas de casa y con base en ello se tienen preferencias de especies de acuerdo al tipo de fuego que se obtienen de cada una de las especies. En el Cuadro 3 se presentan las principales especies usadas como leña y sus características distintivas, mismas que tienen que ver con fuego lento, que se entiende como un fuego constante, durable, que hace brazas, y no produce humo.

**Cuadro 3 Especies dendroenergéticas, características como combustible, frecuencia de uso y tiempo de secado.**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Características de la leña</b>	<b>Frecuencia (%)</b>	<b>Tiempo para secarse la leña</b>
Tlahuitol	<i>Lysiloma divaricata</i>	Arde lento, no hace humo	100	15 días
Palo brasil	<i>Haematoxylum</i>	Arde lento	90	3 días

---

<i>brasiletto</i>					
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Arde lento, hace brasas	90	15 días	
Cubata blanca	<i>Acacia pennatula</i>	Prende rápido y hace cenizas	90	4 días	
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arde lento, hace brasas	60	4 días	
Tecolhuixtle	<i>Mimosa benthamii</i>	Hace brasas y no hace humo	50	8 días	
Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No hace humo	20	8 días	

---

Fuente: Elaboración propia con información de campo

En contraste, la leña que arde rápido, se prefiere para preparar alimentos que no requieren estar mucho tiempo en el fogón, tal es el caso de la elaboración de tortillas, la cubata blanca es la que reúne esta característica. Destaca la preferencia de especies que no hacen humo, a pesar de que por naturaleza, la combustión de leña produce humo, se busca especies cuya producción sea mínima; también, a reducir la emisión de humo se encamina el secado de la leña para ser usada en el fogón, puede arder con humedad, sin embargo, la emisión de humo es muy evidente.

#### **4.1.2. Perspectiva de los leñadores**

En la región, la responsabilidad de obtener la leña es una función de género que corresponde a los hombres, sin embargo, ocasionalmente, algunas mujeres hacen esta actividad. Por ello, los valores y significado relacionados con la obtención de la leña corresponde a la visión de los hombres, misma que difiere de la que manifiestan las mujeres, ya que la de los leñadores toma en cuenta otras características, como se observa en el Cuadro 4, tales como: demanda de los compradores, facilidad de corte, rajado, rendimiento, trozos derechos, tiempo de secado, abundancia o tamaño, a mayor tamaño de árboles se completa la carga más rápido, entre otras. De esta manera, las especies de mayor demanda son el Tlahuitol, Palo brasil y Tepehuaje, por su demanda y porque el tamaño permite la obtención de mayor cantidad de leña por árbol, comparado con cualquiera otra de las especies, por facilidad de corte se tiene la cubata blanca, la cual posee ramas y tallos derechos y de fácil corte, tal y como lo manifiestan don Margarito en la Figura 11:

“La cubata blanca es bien fácil de cortar, con un hachazo ya cortaste una rama, no que para cortar el palo brasil es durísimo y se enreda la leña [corteza fibrosa]” (Margarito, 60 años).

La facilidad de corte y aceptación de los compradores llevo a la disminución de los ejemplares de esta especie a un grado cercano a la desaparición, por lo cual habrá que considerar estrategias de racionalidad en el uso de la cubata blanca.



Figura 11. Entrevista a leñador en la comunidad de Los Sauces.

La dureza de los árboles es una limitante que se asocia con un mayor tiempo para cortar una carga de leña, sin embargo, en la medida que los árboles más duros son de mayor tamaño permite obtener mayor cantidad de leña. El tiempo usado para cortar una carga de leña oscila entre 1 y 2 horas y la mayoría de leñadores corta de 1 a 2 cargas por día y los árboles a cortar deben de tener entre 5 y 10 años de edad, con lo cual se garantiza rendimiento y calidad de la leña.

“Al cortar Tepehuaje sacas mas rajás para completar la carga y así no caminar tanto, además que si hay varios palos de estos”  
(Joaquín, 34 años).

**Cuadro 4 Especies dendroenergéticas, su comportamiento durante su utilización y la frecuencia de uso.**

Nombre común	Nombre científico	Características de la leña	Frecuencia (%)
Cubata blanca	<i>Acacia pennatula</i>	Fácil de cortar, árbol derecho	100

Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Demanda por los compradores, árbol grande	90
Tlahuitol	<i>Lysiloma divaricata</i>	Abundancia en la obtención de rajas	90
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Tarda poco en secarse	80
Tecolhuixtle	<i>Mimosa benthamii</i>	Buen sabor a los alimentos	60
Palo brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Tarda poco en secarse	50
Cuahulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Abundancia de la especie	20
Encino	<i>Quercus sp.</i>	Fácil de cortar	20

Fuente: Elaboración propia con información de campo

De acuerdo a la perspectiva de las amas de casa y los leñadores hay diferencias entre la preferencia de especies para leña, ello nos habla de lo específico de la relación que establecen cada uno de ellos, por eso se obtiene un ordenamiento de especies diferente, mismo que sintetiza las perspectivas desde el interés particular de cada uno de ellos.

Las especies que se usan para leña, además tienen usos como forraje, madera, medicinal, cerco vivo y sombra, mismo que se presenta en el Cuadro 5.

#### **Cuadro 5 Otros usos de las especies dendroenergéticas en el ejido Los Sauces.**

<b>Nombre común</b>	<b>Forraje</b>	<b>Cerco</b>	<b>Poste</b>	<b>Medicinal</b>	<b>Sombra</b>	<b>Maderable</b>
	<b>ro</b>	<b>Vivo</b>				

---

Tlahuitol		X	X		X	X
Palo brasil		X		X		
Tepehuaje	X	X	X		X	
Cubata blanca	X	X			X	
Palo dulce	X	X	X	X		X
Tecolhuixtle		X	X		X	
Cuahulote	X	X		X	X	
Paraca	X					
Encino						X

---

Fuente: Elaboración propia con información de campo

El presente trabajo confirma lo que menciona Maldonado (1997), acerca de las especies que utilizan como leña en la REBIOSH, las cuales son el Tlahuitol, Tepehuaje, Tecolhuixtle, Palo brasil y Palo dulce, con la característica de producir una cantidad mínima de humo.

#### **4.2. Fichas botánicas de las especies con mayor potencial dendroenergético**

A continuación se presenta las características botánicas de las especies dendroenergéticas usadas con mayor frecuencia entre las familias de la comunidad de Los Sauces.

#### 4.2.1. Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense* Kunt Benth)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Lysiloma</i>
Especie:	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunt Benth)

En la Figura 12 observamos un árbol de tepehuaje que puede alcanzar hasta 15 m con 75 cm de diámetro del fuste, las ramas presentan muchos pelillos. Las flores se pueden encontrar solitarias o agrupadas con muchas flores. Los frutos son vainas alargaditas, miden de 12 a 22cm de largo y son negruzcos. Esta especie se caracteriza por su amplia distribución en las zonas con menor precipitación de la región cálido húmeda del país; su distribución va desde el nivel del mar hasta una altitud de 1,700 msnm. (Cervantes, 2002)



Figura 12. Árbol de Tepehuaje.

#### 4.2.2. Tlahuitol o tepemezquite (*Lysiloma divaricata* Jacq Macbr)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Lysiloma</i>
Especie:	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq Macbr)

En la Figura 13 se observa el tlahuitol que puede medir hasta 12m de altura y su diámetro puede alcanzar cerca de 1 m. Las hojas están divididas y parecen plumas, las flores son blancas, pequeñas y nacen en la unión del tallo y las hojas. Los frutos son largos, angostos y un poco curvos. Originaria de México. Habita en climas cálido, semicálido y semiseco, entre los 500 y los 1800msnm. Planta silvestre, asociada a

bosques tropicales caducifolio y subcaducifolio, además de matorral xerófilo (UNAM, 2009).

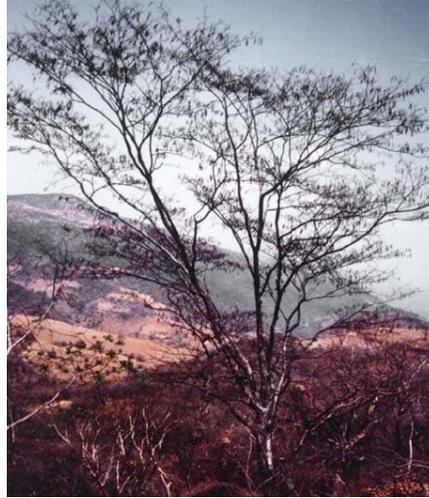


Figura 13. Árbol de Tlahuitol.

#### 4.2.3. Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* Ort Sarg)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Eysenhardtia</i>
Especie:	<i>Eysenhardtia polystachya</i> Ort Sarg

En la Figura 14 se observa un árbol caducifolio que puede medir de 3 hasta 8 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 15 cm o más. Hojas alternas, compuestas, pinnadas, 3 a 5 cm de largo, folíolos 10 a 15 pares por hoja, elípticos, 7 a 13 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, con glándulas resinosas aromáticas presentes. Tallos ramificados color café oscuro. Corteza *Externa* amarilla de textura ligeramente rugosa, escamosa cuando seca desprendible en placas irregulares de color oscuro de 1 mm de grosor. *Interna* pardo rojiza (INIFAP, 2002).

Las inflorescencias dispuestas en racimos espigados terminales o subterminales, 5 a 7 cm de largo; cáliz campanulado, 2.5 a 3 mm de largo, 5- lobulados; corola blanca, formada por 5 pétalos libres, de 5 mm de largo por 1.3 a 2 mm de ancho, oblongos. Los frutos son vainas ligeramente curvadas, atenuada en el ápice, pubescente o subglabra, de 7 a 9.5 mm de largo, con el estilo persistente, frágil e indehiscente, provista con glándulas; cada vaina contiene una semilla. La testa de la semilla es delgada y permeable al agua. Ampliamente distribuida en ambas vertientes y en la parte central del país., en altitudes de 150 a 3,000 m. Esta especie se localiza en los estados de COL. CHIS. CHIH. COAH. D.F. DGO. GTO. GRO. HGO. JAL. MEX. MICH. MOR. OAX. PUE. QRO. (INIFAP, 2002).

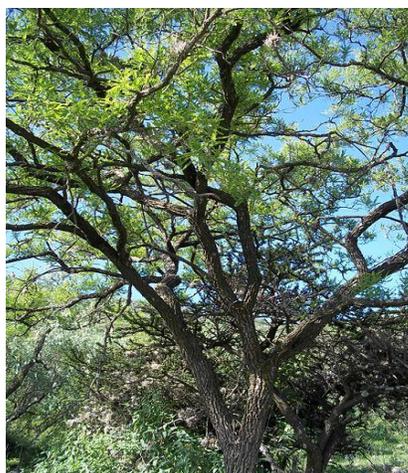


Figura 14. Árbol de Palo dulce.

#### 4.2.4. Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii* J. F. Macbr)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Mimosa</i>
Especie:	<i>Mimosa benthamii</i> J. F. Macbr

En la Figura 15 se observa un árbol de tecolhuixtle que puede medir hasta 6 metros de alto, las ramas son cuadrangulares con costillas prominentes y agujones dispuestos irregularmente a lo largo de las costillas, sus hojas poseen entre 11 a 27 pares de pinnas, sus espigas son de 12.5 cm de largo y sus legumbres curvadas. Se localiza en altitudes

de 1550 a 2050 m. Esta especie es endémica de México y se encuentra en los estados de Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Zacatecas (Grether, 2006).

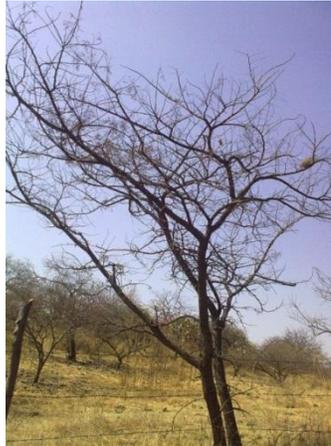


Figura 15. Árbol de Tecolhuixtle.

#### 4.2.5. Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto* Karst)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Haematoxylum</i>
Especie:	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst

En la Figura 16 se observa un árbol de 7 a 15m de altura. Las ramas con espinas duras de 1 a 3cm de largo, el diámetro de su fuste es de 30 a 35 cm. Tiene su corteza café claro a rojiza y el centro del tallo es café muy oscuro a rojo intenso. Las hojas, dispuestas como moños (opuestas) están divididas en seis hojuelas. Tiene racimos de flores amarillas, muy vistosas, ligeramente desiguales en tamaño. Los frutos son legumbres aplanadas más largas que anchas y no abren al madurar; sus semillas son alargadas. Originaria del norte de Granada que habita en climas cálido, semicálido, semiseco y templado. Es una planta silvestre y está asociada a bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, matorral xerófilo, así como a bosques espinoso, mesófilo de montaña, de encino y de pino (UNAM, 2009).



Figura 16. Árbol de Palo brasil.

#### 4.2.6. Cubata blanca (*Acacia pennatula* Cham & Schlechtendal Benth)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Acacia</i>
Especie:	<i>Acacia pennatula</i> Cham & Schlechtendal Benth

En la figura 17 se observa un árbol pequeño y espinoso, de hasta 8-10 m de altura, con un tronco corto raramente mayor de 25 cm de diámetro y una copa que se extiende ampliamente, y es plana en la parte de arriba. Las fuertes y cortas espinas tienen usualmente de 1-1.5 cm de largo, pero pueden ser mucho más largas en brotes juveniles y rebrotes. Las hojas son bi-pinnadas con numerosos folíolos de 1-3 mm de largo. Las flores se agrupan en cabezas globosas, fragantes y de color amarillo, colgando de característicos pedúnculos amarillos aterciopelados. Las vainas son leñosas, de color marrón púrpura oscuro, de 5-13 cm de largo y cada una contiene unas 8 semillas. Crece en climas secos y húmedos en tierras comprendidas 100-900 msnm. Prefiere sitios perturbados y relativamente secos. A menudo ocurre en asociación con pino y roble y es característica de extensas áreas de matorral seco subtropical y monte espinoso (Cervantes, 2002).



Figura 17. Árbol de Cubata blanca.

### 4.3. Criterios de la calidad de las especies dendroenergéticas

Al evaluar las especies dendroenergéticas de forma cuantitativa, a partir de los criterios de calor de combustión, cenizas, humedad y densidad; y analizando estadísticamente con una prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se obtiene el Cuadro 6.

**Cuadro 6 Análisis estadístico aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).**

	Cenizas %	Materia orgánica %	Calor de combustión cal/g	Humedad %	Materia seca %	Densidad g/100 cm <sup>3</sup>
Cubata blanca	7.47 a	82.53 d	3894.5 c	10.05 a	89.95 e	0.66 c
Palo dulce	4.48 b	85.52 c	4020.5 bc	10.29 a	89.71 e	0.78 a
Palo brasil	3.39 c	86.61 b	4182.5 b	7.94 c	92.06 c	0.81 a

---

Tepehuaje	2.31 d	87.69 a	4429.0 a	6.35 e	93.65 a	0.58 d
Tlahuitol	1.86 d	88.14 a	4215.5 b	6.96 d	93.04 b	0.73 b
Tecolhuixtle	3.40 c	86.60 b	4490.0 a	8.94 b	91.06 d	0.65 c

---

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en laboratorio.

#### 4.3.1. Calor de combustión de las especies dendroenergéticas

El calor de combustión es la liberación de energía en forma de calor, lo que hace que los alimentos se puedan cocinar. El análisis estadístico arrojó que al menos un tratamiento es diferente, aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se obtienen tres grupos en el listado de las especies dendroenergéticas; en donde el Tecolhuixtle y Tepehuaje, poseen el calor de combustión mayor (4490 y 4429 cal g<sup>-1</sup> respectivamente). Drake *et al* (2002) mencionan que la leña libre de agua posee un poder calorífico inferior de hasta 4400 cal g<sup>-1</sup>. En los datos de laboratorio que se obtuvieron, las especies antes mencionadas presentan un valor por arriba del que menciona el autor y las siguientes cuatro especies están por debajo.

Analizando los resultados obtenidos sobre el uso de las especies dendroenergéticas y los resultados de laboratorio. En la Figura 18 se observa que el Tepehuaje ocupa el segundo lugar en cantidad de calor de combustión y se explica el porqué de la frecuencia de uso entre las familias del ejido de Los Sauces, ya que ellos conocen esta información de forma empírica. Para el caso del Tecolhuixtle, la utilización como especie

dendroenergética ha disminuido por la baja existencia de ejemplares en la región, aun sabiendo que la leña es de buena calidad.

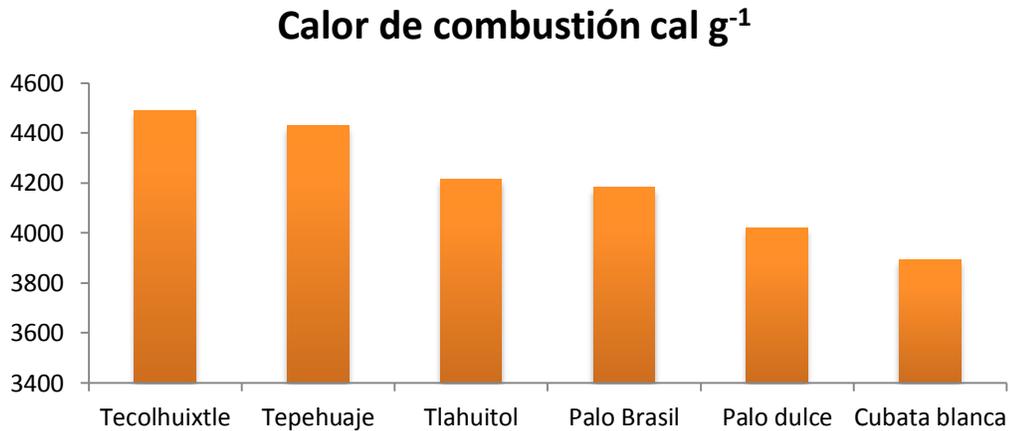


Figura 18 Calor de combustión de las especies dendroenergéticas.

#### 4.3.2. Cantidad de cenizas y materia orgánica

Sosa (1979) menciona que a menor cantidad de cenizas mayor cantidad de materia orgánica y mayor calor de combustión (Bravo, 1989), siendo la materia orgánica la responsable de la cantidad de calor de combustión. Haciendo la correlación entre los datos obtenidos de calor de combustión y cenizas, el Tepehuaje y el Tlahuitol cumplen con la regla, aunque el Tlahuitol produzca un poco mas de cenizas.

Analizando estadísticamente los resultados obtenemos que al menos un tratamiento es diferente, aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) obtenemos en la Figura 19 que existen cuatro grupos en donde el Tlahuitol y Tepehuaje producen la menor cantidad de cenizas (1.86 y 2.31% respectivamente), en contra parte poseen la mayor cantidad de materia orgánica (88.14 y 87.69% respectivamente). Estas son otras características que se corroboran con base a la información que se obtuvo mediante las entrevistas

(conocimiento local), ya que las cenizas producen humo y este posee más de 200 compuestos químicos, la mayoría de ellos tóxicos inhalables con un diámetro menor a 10 micrones, causando problemas respiratorios (Junemann y Legarreta, 2007)

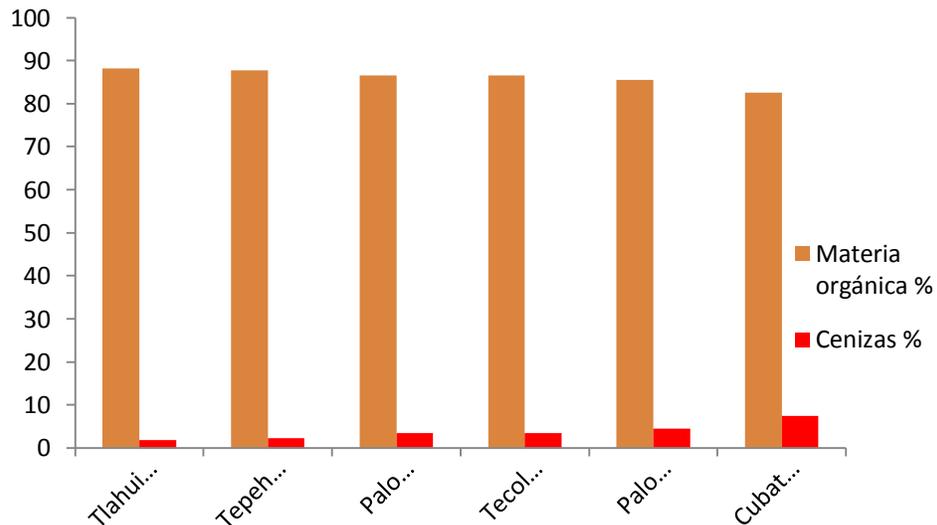


Figura 19. Relación entre la cantidad de cenizas y materia orgánica.

Restrepo *et al.* (1983) mencionan “que el análisis de la composición del humo de la leña, ha demostrado que se trata de una suspensión de partículas pequeñas en aire caliente y otros gases, resultado de una combustión incompleta. Los gases son variables pero siempre contienen monóxido de carbono y dióxido de carbono, si hay azufre, así sea en pequeñas cantidades, se produce dióxido de azufre, vapores de alquitrán y/o hidrocarburos insaturados. Las partículas de carbón están recubiertas de materiales combustibles tales como ácidos orgánicos y aldehídos”.

Un caso de problemas respiratorios a causa de la inhalación excesiva de humo es la investigación que hizo Chacón y Alfaro (1990) los cuales realizaron un estudio con mujeres internadas en la clínica Guanacaste, Costa Rica, estas padecían una enfermedad

respiratoria llamada neuropatía, era causada por la inhalación excesiva de humo en los fogones (aproximadamente de 30 años).

#### **4.3.3. Contenido de humedad de las especies dendroenergéticas**

Otero *et al* (2004) menciona que la leña para poder ser quemada debe tener una cantidad de humedad menor al 20%, por lo tanto a menor cantidad de humedad, mayor calor de combustión (Escobar *et al.*, 2009). Correlacionando cantidad de humedad y calor de combustión, también se cumple la regla ya que el Tepehuaje y el Tlahuitol, tienen la menor cantidad de humedad y mayor calor de combustión.

Analizando estadísticamente los resultados obtenemos que al menos un tratamiento es diferente, aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) observamos en la Figura 20 que existen cinco grupos en donde el Tepehuaje y Tlahuitol tienen el menor contenido de humedad (6.36 y 6.96% respectivamente). Comparando los datos cualitativos (conocimiento local) con los datos de laboratorio, obtenemos que las especies dendroenergéticas que ellos mencionan con mayor cantidad de humedad son el Tepehuaje y Tlahuitol, esto puede deberse a que cuando se colectaron las especies, estas ya tenían una semana de haberlas cortado.

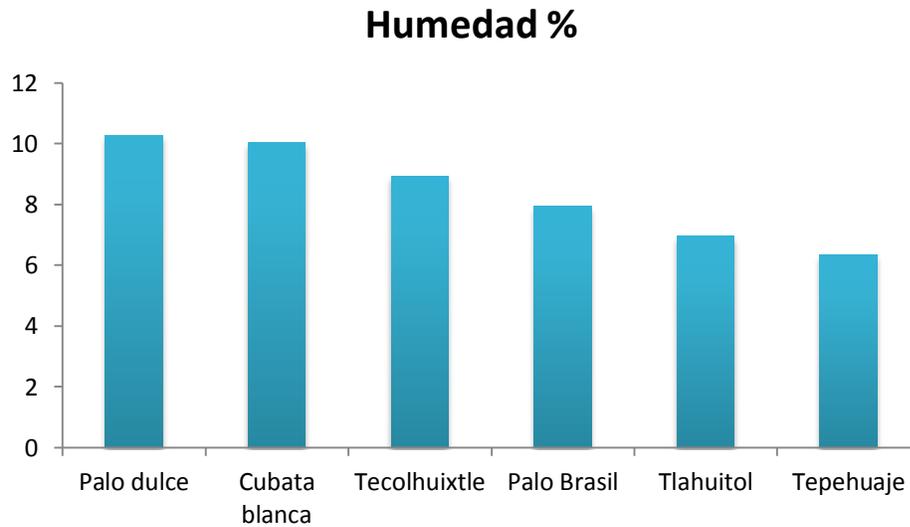


Figura 20. Contenido de humedad de especies dendroenergéticas.

#### 4.3.4. Densidad de las especies dendroenergéticas

Es el peso de la unidad de volumen de la madera y dependen en gran medida de la humedad (Bruzos, 2009); Otero *et al* (2004) menciona que a mayor densidad mayor calor de combustión, correlacionando los datos de calor de combustión y densidad la regla no se cumple del todo ya que el Palo brasil y el Palo dulce ocupan el primer lugar y para el calor de combustión, se encuentran en el segundo grupo.

Analizando estadísticamente los datos observamos que al menos un tratamiento es diferente, aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) muestra la Figura 21 que existen cuatro grupos y que el Palo brasil y Palo dulce son los que tienen la mayor densidad (0.81 y 0.78% respectivamente), de acuerdo con Zhang (1997) menciona que la densidad tiene que ver más con la calidad de la madera y de igual forma se corrobora con la información proporcionada por la gente de la comunidad, diciendo que los árboles más

duros para cortar son Palo brasil, Tlahuitol, Palo dulce, Tecolhuixtle, Tepehuaje y Cubata blanca.

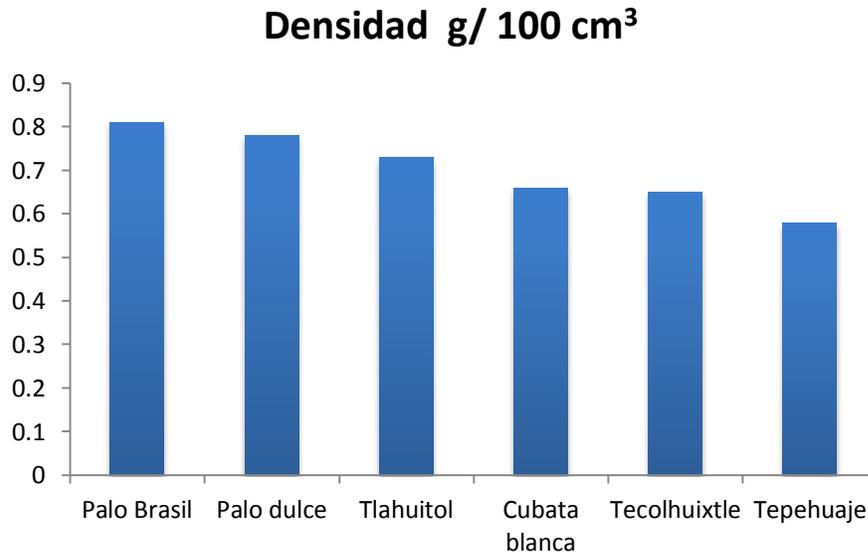


Figura 21. Densidad de especies dendroenergéticas.

#### 4.4. Protocolo de germinación

Para el protocolo de germinación solo se pudo aplicar en tres especies ya que por cuestiones climáticas de la región, en la época lluviosa dejó de llover repentinamente, motivo por el cual la semilla de las otras tres especies no terminaron su fase de crecimiento, quedando vana la almendra.

De las especies que se colectaron semilla fueron Palo dulce, Cubata blanca y Tepehuaje, aplicando dos tratamientos, siguiendo la recomendación del INE (2007); el tratamiento que se utilizó para Palo dulce, fue sumergir durante 1 minuto las semillas en agua caliente a 50 °C obteniendo un porcentaje de germinación de 80 % comenzando a emerger las plántulas a los 6 días de haberse sembrado como lo muestra la Figura 22. El

INE (2007) obtuvo el 60% de germinación de semillas, esto se debe a que el tiempo de almacenamiento de la semilla va disminuyendo la viabilidad de ésta (Arriaga *et al.*, 1994); el INE (2007) utilizó semillas que tenían dos años de almacenamiento, para el caso de este trabajo se utilizó semillas que tenían tres meses de almacenamiento.

Para la Cubata blanca y Tepehuaje se aplicó el tratamiento de lijar hasta que cambiara de color, para adelgazar la testa de la semilla; obteniendo 55 y 60% de germinación respectivamente; el tiempo de emergencia de la plántula fue de 7 y 4 días respectivamente, como se muestra en las Figuras 23 y 24; comparando los resultados con el INE (2007) obtuvo 90% de germinación de la semilla y una emergencia de plántulas a los cinco días; esto se debe a que posiblemente la semilla de tepehuaje y cubata se lijo de más dañando el embrión.



Figura 22. Plántulas de Palo dulce a los 8 días de emergencia.



Figura 23. Plántulas de Cubata blanca a los 8 días de emergencia.



Figura 24. Plántulas de Tepehuaje a los 8 días de emergencia.

#### **4.5. Diseño y propuesta de Tecnologías Agroforestales**

En el ejido Los Sauces, la actividad principal es la ganadería como se observa en la Figura 25, predominando los sistemas silvopastoriles y las tecnologías agroforestales propuestas para esta región son: árboles dispersos y cercos vivos. Una familia promedio de cinco integrantes consume 24 cargas o  $3.3 \text{ m}^3$  de leña por año. Sabiendo que  $1 \text{ m}^3$  es igual a 7.3 cargas de leña.



Figura 25. Ganado comiendo follaje de los arboles.

Se propone la tecnología de árboles dispersos en potreros como se observa en la Figura 26 ya que la ganadería es la actividad de mayor importancia y por lo tanto mayor superficie del ejido es ocupada por potreros, en contra parte los terrenos para la agricultura tienen una superficie y no se recomienda esta tecnología, ya que significan competencia con los cultivos anuales (sorgo, maíz y frijol). Otros beneficios que se obtienen de esta tecnología la sombra y forraje para los animales, y al hombre leña. Se propone un arreglo de 40 árboles por hectárea, con base en las condiciones climáticas desfavorables (periodos cortos de lluvia) y la baja productividad de los suelos (someros y pedregosos). También se toma en cuenta que para obtener un promedio de dos cargas de leña por árbol, este debe tener una edad entre 5 y 10 años.



Figura 26 Árboles disperso en la comunidad Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

Con relación a los cercos vivos esta tecnología puede ser utilizada ocupando especies dendroenergéticas para delimitar sus parcelas ya que ellos ocupan postes muerto, siendo esta una opción viable para no continuar acabando con las especies arbóreas. El arreglo que se propone es cada cuatro metros dejando un poste muerto cada dos metros. Se recomienda esta estrategia debido a lo arraigado del uso de postes muertos en las cercas.

## 5. CONCLUSIONES

Las especies mas utilizadas como leña en la comunidad de Los Sauces son: Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Cubata blanca (*Acacia pennatula*), Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*).

En Los Sauces existe un proceso de sustitución de la leña por combustible fósil, sin embargo, a pesar de lo extendido, lo combustibles fósiles se usa esporádicamente y se perciben como parte del proceso de “prestigio social”. También existen diferencias en cuanto a la preferencia de especies de acuerdo al rol de amas de casa o leñadores.

Con base en los resultados del análisis de la calidad de la leña, las especies de mayor a menor son: Tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), Tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), Tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), Palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y Cubata blanca (*Acacia pennatula*).

El uso de las especies dendroenergéticas no solo depende del calor de combustión, cenizas, humedad y densidad; sino de otros factores culturales como el caso de la cubata blanca y el tecolhuixtle, no es una leña de muy buena calidad, pero los habitantes de la comunidad mencionan que al cocinar los alimentos con leña, tiene un sabor diferente (mejor).

Las tecnologías agroforestales que se proponen para el ejido de Los Sauces, municipio de Tepalcingo, Morelos, son arboles dispersos en potreros y cercos vivos, ya que el uso del suelo se asocia con la ganadería y las necesidades de leña pueden ser cubiertas con los árboles a dispuestos en estos campos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para germinar semillas de Tepehuaje y Cubata blanca, se recomienda utilizar otro tipo de tratamiento ya que el método de lijar la semilla, no es muy confiable porque no se sabe el tiempo exacto para lijar.

Para los fogones se recomienda utilizar Tepehuaje, Tlahuitol y Palo brasil, ya que son las especies dendroenergéticas que producen menor cantidad de cenizas y por consiguiente menor cantidad de humo, el cual causa problemas respiratorios (neuropatía).

Para establecer las tecnologías agroforestales se recomienda utilizar las especies dendroenergéticas que se mencionaron anteriormente ya que son las con menor cantidad de árboles cubren su necesidad de cargas de leña, son árboles grandes.

Para determinar el número de árboles por hectárea para satisfacer las necesidades de las familias, es necesario más investigación in situ ya que los cálculos que se hicieron para la cantidad de árboles que necesitan, solo se tomó el dato de árboles promedio de 5 a 10 años de edad, sin tomar en cuenta su ciclo de vida y algunos otros factores que influyan en el crecimiento de los mismos.

## 7. LITERATURA CITADA

- Acosta M., J. 2000. Manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular para el aprovechamiento de recursos forestales maderables, en el ejido “Ahuehuetzingo”, Municipio de Puente de Ixtla, Morelos. Disponible en: [sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/.../mor/.../17MO2006FD007.pdf](http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/.../mor/.../17MO2006FD007.pdf). [Consultado el 28 de Febrero del 2011].
- Aguilera L., C. 2009. Conocimiento sobre el manejo de leña en tres comunidades cafetaleras del centro de Veracruz. Tesis de licenciatura de la Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 77 p.
- Altieri, M. 1999. “Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable”, cuarta edición. Ed. Nordan–Comunidad, Montevideo, Uruguay. 325 p.
- Alvarado M., S., V. 2012. Calidad de leña de especies nativas de la Sierra Gorda de Guanajuato y propagación de *Arbutus glandulosa*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 66 p.
- Anónimo. 2006 Sistemas agroforestales para el manejo de cuencas en zonas andinas semiáridas. Disponible en: <http://taninos.tripod.com/agroforestal.htm>
- Arriaga M., V., V. Cervantes G. y A. Vargas M. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de las semillas, propagación y manejo de plantas. 1° edición. Facultad de Ciencias. UNAM, México, D.F. 186 p.
- ATENDER. 2008. Aprovechamiento doméstico y comercial de leña y postera en la selva baja caducifolia del estado de Morelos, Temixco, Morelos. Ed.

- Bravo G., L., R. 1989. Procesos de degradación térmica de la madera. *In*: Primera reunión nacional sobre Dendroenergía. Chapingo, México. p. 348-362.
- Bruzos, T. 2009. Propiedades físicas de la madera. *Maderas: Ciencia y tecnología*. Universidad del Bio, Chile. 11(1): 3-18 p.
- Casasola, F., M. Ibrahim y J. Barrantes. 2005. Los Árboles en los potreros. Oxford Forestry Institute, INPASA. 20 p.
- Couttolenc E. 2003. Identificación y selección de especies arbóreas con potencial agroforestal en Villa Camarón de Tejada, Veracruz. Tesis de Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. De México. 120 p.
- Cervantes S., M., A. 2002. Tecnologías: llaves en mano. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 31ª publicación. Campo Experimental "Zacatepec.
- Chacón C., R. y J. C. Alfaro R. 1990. Neumopatía asociada a la inhalación de humo de leña: Análisis de 11 casos. Servicio de Neumología, Hospital México, San José, Costa Rica. 7p.
- CONAFOR. 2007. Programa Nacional de Dendroenergía Forestal 2007-2012. 12 pp.
- Contreras H., J. R., V. Volke H., J.L. Oropeza M., C. Rodríguez F., T. Martínez S. y A. Martínez G. 2003. Disponibilidad y uso de leña en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *TERRA Latinoamericana* 21: 437-445

- Díaz, R. 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO<sub>2</sub>. Tesis Maestría en Ingeniería (energética), División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, p. 113, México, D. F.
- Drake, F., D. Von B., M. Hellwig y A. Mellado. 2002. Cadena de consumo de leña. Departamento de Análisis Instrumental. Universidad de Concepción, Colombia. 109 p.
- Escobar O., J. A. Niños C., N. Ramírez M., C. Yépez P. 2009. Diagnóstico participativo del uso y abastecimiento de leña en Chiapas, México. *Ra Ximhai* 5(2):201-223.
- GIRA. 2003. El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones. Ed. Especial 12-29.
- Grenier, L. 1998. "Working with Indigenous Knowledge". 1° ed. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa, Canadá. p.115.
- Grether, R. 2006. Flora del valle de Tehuacan- Cuicatlan: Mimosaceae Tribu Momoseae. Instituto de Biología. Fascículo 44. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F. 59 p.
- Guyat. D., M., A., A. Mercadet P. y R. Padrón P. 2004. La Dendroenergía: Consideraciones Generales. *Rev. Forestal Baracoa*. Ed. especial 129:136.
- INE. 2007. Reforestación productiva con leguminosas nativas, en el ejido de Amapilca, municipio de Alcozauca, Guerrero. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT.

- INEGI. 2011. Anuario estadístico Morelos 2005. México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee10/estatal/mor/default.htm> [consultado octubre 2011]
- INIFAP. 2002. Guías técnicas para la propagación sexual de 10 especies latifoliadas de selva baja caducifolia en el Edo de Morelos. 30ª publicación. Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Zacatepec, Morelos. 28 p.
- INIFAP. 2003. Importancia y Prácticas de Sistemas Agroforestales. Desplegable para productores No. 2. 2 p.
- Jiménez F., G., J. López C., S. Nahed T., G. Ochoa y B. Jong. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte Tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria Mexicana. 39 (002): 199-213.
- Jiménez, F. y R. Muschler. 2001. Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de enseñanza agroforestal CATIE/GTZ. p 1-24.
- Junemann, A. y G. Legarreta. 2007. Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. División Neumonología, Hospital de Clínicas, Universidad de Buenos Aires, 2: 51-57.
- Kollman, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicios de la madera. Madrid, España. pp 359-447.

- López T., G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaria de Desarrollo Rural. Colegio de postgraduados. Puebla. 8 p.
- Maldonado B., J. 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos. México. Tesis de Maestría. UNAM, México.
- Monroy O., C. y R. Monroy. 2003, “Saber popular” alternativa mexicana para conservar el bosque tropical caducifolio”, XII congreso Forestal Mundial, Bosques para la Gente, Québec, Canadá, 379 pp.
- Monu E., D. 1997. “Farmer Participation in Research: Implications for Agricultural Development”. *Journal of Social Development in África*. 12, 1,53-66.
- Mora, J. 2007. “Persistencia, conocimiento local y estrategias de vida en sociedades campesinas”. *Revista de Estudios Sociales*. 29:196.
- Musalem S., M., A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Rev. Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. Vol 8-2. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. P 91- 100
- Navarro, A. 2007. ¿Por qué son importantes los ensayos y protocolos de germinación? .Boletín informativo. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal. Valencia, España.
- Ortiz P., R. 2009. Extracción y uso de la leña como recurso natural renovable en cuatro municipios de Yucatán: Un enfoque de simulación dinámica. *In: Primer Congreso de Egresados de COLEF*, realizado en Tijuana, B.C. 14 p.

- Otero D., L., M. Lobos B., A. Vera S. y T. Kausel K. 2004. Estudio: Generación de Antecedentes para la Implementación de un Sistema Nacional de Certificación de Leña. CONAMA Región de La Araucanía. Temuco, Colombia. 91 p.
- Palomeque F., E. 2009. Sistema agroforestales. Huehuetan, Chiapas. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>. [Consultado 26 de abril 2010].
- Peña J., A. y L. Neyra G. 1999. Amenazas a la biodiversidad. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais6.pdf> [Consultado 5 septiembre 2010].
- Raintree J., B. 1987. Diagnosis and design user's manual. An introduction to Agroforestry diagnosis and design. International Center for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenia. 22p.
- Restrepo. J., P. Reyes., P. De Ochoa y E. Patiño. 1983. "Neumoconiosis por inhalación de humo de leña". Acta Médica. Colombia, 8: 191-204.
- Rojas F., R. Canessa y K. Ramírez J. 2004. ¿Cómo incorporar linderos de árboles maderables en cafetales? Revista Forestal, Costa Rica. 1(3).
- SAGARPA. 2005. Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra. 8 p.
- Sánchez D., M. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. FAO, Roma.

- Sánchez V., A. y F. A. Domínguez A. 1989. Principales especies aprovechadas para leña en el alto Balsas Poblano. *In: Primera reunión nacional sobre Dendroenergía.* Chapingo, México. p. 137-153.
- SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (Release 8.02). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Sosa M., E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 115 p.
- Soto, G. y M. Núñez. 2008. Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de *Pinus Radiata*. Maderas. Ciencia y tecnología. 10(2):129-137.
- Steel GDR, JH Torrie, DA Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. The McGraw-Hill Companies, Inc, pp 637.
- Toledo V., M., B. Ortiz., L. Cortes., P. Moguel and J. Ordoñez M. 2003. The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: a Case of Adaptive Management. Conservation Ecology 7(3): 9. URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss3/art9/>
- UNAM, 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. In: Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/presenta.html> [Consultado en Febrero 2012].
- Vásquez S., E., B. y J. E. Herrera B. 2006. Metodología para la caracterización de combustibles sólidos maderables del área metropolitana del Valle de Aburrá

Amva, Colombia. In: Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, vol.59  
No.2. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Villanueva, C., M. Ibrahim., F. Casasola y R. Arguedas. 2005. Las cercas vivas en las  
fincas ganaderas. Oxford Forestry Institute, INPASA. 20 p.

Zhang S., Y. 1997. Wood Quality: Its definition, impact and implications for value-  
Added Timber Management and End Uses. In Timber Management Toward wood  
Quality and End – Product value S Y Zhang R Grosselin and G Chauret (eds)  
Proceedings of the CTIA/ IUFRO International Wood Quality Workshop Quebec  
City. Part I. pp 17- 39.

## ANEXO 1. Encuestas realizadas

### Ama de casa

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántas personas viven en su casa?
2. ¿Qué usa para cocinar los alimentos?  
a) Leña            b) Gas            c) Leña y gas            d) Otro: \_\_\_\_\_
3. ¿Qué es lo que más le gusta para cocinar?  
a) Leña            b) Gas            c) Leña y gas            d) Otro: \_\_\_\_\_  
¿Por qué?
4. Durante el día ¿Qué tiempo deja prendido el fogón?
5. ¿Cuáles son los mejores arboles que ha usado para cocinar?  
¿Por qué?
6. ¿Cuáles son los arboles que actualmente utiliza para cocinar?  
¿Por qué?
7. La leña que recolecta ¿La poner a secar? ¿Cuánto tiempo?
8. Con los arboles que cortan ¿Qué alimentos se preparan y cuanto tiempo tarda en cocerse cada uno?
9. Los arboles que utilizan para cocinar ¿dejan brazas?
10. Los arboles que utiliza para cocinar ¿se quema lentamente y calienta rápido?
11. ¿Cuáles son los meses para cortar leña?

