



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

revista_atm@yahoo.com.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

Yescas Albarrán, César Augusto; Cruz León, Artemio; Uribe Gómez, Miguel; Lara Bueno, Alejandro; Maldonado Torres, Ranferi

Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en Tepalcingo, Morelos

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 16, mayo-junio, 2016, pp. 3301-3313

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263146726012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en Tepalcingo, Morelos*

Native trees with dendroenergy potential for the design of agroforestry technologies in Tepalcingo, Morelos

César Augusto Yescas Albarrán¹, Artemio Cruz León^{2§}, Miguel Uribe Gómez², Alejandro Lara Bueno² y Ranferi Maldonado Torres²

¹Posgrado en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco. C. P. 56230, Estado de México. Tel: 595 952 540. (camilo303@hotmail.com). ²Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco. C. P. 56230, Estado de México. Tel: 595 952 1540. (etnoagronom1@gmail.com; migueluribe123@gmail.com; alarab_11@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: etnoagronom1@gmail.com.

Resumen

El objetivo de la presente investigación es identificar árboles nativos con potencial dendroenergético que sirvan para diseñar tecnologías agroforestales en el ejido Los Sauces, municipio de Tepalcingo, Morelos. Se trata de sistematizar el conocimiento tradicional de las especies y su proceso de aprovechamiento, para lo cual partimos de la hipótesis de que en el ejido Los Sauces existen especies arbóreas con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales y que estas son las que tienen mayor demanda entre los consumidores. De acuerdo a la calidad de la leña las especies seleccionadas son las siguientes: tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y cubata blanca (*Acacia pennatula*). Respecto a las tecnologías agroforestales para el ejido Los Sauces, se propusieron árboles 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 dispuestos en estos campos. La metodología consistió en entrevistas a amas de casa y sus esposos e hijos encargados de cortar la leña, con las cuales se ubicaron las especies nativas más demandadas, para seleccionar las de mayor potencial de inserción en tecnologías agroforestales.

Abstract

The aim of this research is to identify native trees with dendroenergy potential serve to design agroforestry technologies in the common Los Sauces, municipality of Tepalcingo, Morelos. It is systematizing traditional knowledge of species and harvesting process, for which we start from the assumption that in the common Los Sauces there are tree species dendroenergy potential for designing agroforestry technologies and these are the ones most demand among consumers. According to the quality of the wood species selected are: tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tlahuitol (*Lysiloma divaricata*), tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), brazilwood (*Haematoxylum brasiletto*), licorice (*Eysenhardtia polystachya*) and white cubata (*Acacia pennatula*). Regarding agroforestry technologies for the common Los Sauces, scattered trees in pastures and hedgerows were proposed because land use is associated with livestock and fuelwood needs can be covered with trees arranged in these fields. The methodology consisted of interviews with housewives and their husbands and sons in charge of chopping wood, with which the most sought-native species were located, to select the greatest potential for integration into agroforestry technologies. Its heat

* Recibido: marzo de 2016
Aceptado: junio de 2016

Se determinaron sus variables de calor de combustión, cenizas, humedad, densidad y protocolo de germinación para medir la calidad de la leña.

Palabras clave: agroforestería, bosque tropical caducifolio, calidad de la madera, dendroenergía, leña.

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, etcétera, y corresponde al poder calorífico neto del combustible (Guyat, 2004).

La extracción y uso de la leña impacta negativamente 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 de metros cúbicos (CONAFOR, 2007).

La extracción de leña es una actividad muy presente en las comunidades de Morelos. Existen 45 especies empleadas para este fin, que corresponden a 7.5% del total de las plantas útiles, sin embargo las especies de mayor demanda son: tepemezquite o tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*) (Atender, 2008).

La comunidad 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 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 (Figura 1).

Algunas especies representativas de la comunidad son la *Guazuma ulmifolia* (cuahulote) y otras de amates y cuajotes. Asimismo, existen varias asociaciones

of combustion variables, ash, moisture, density and germination protocol were determined to measure the quality of firewood.

Keywords: agroforestry, dendroenergy, tropical dry forest, wood quality, wood.

Introduction

The dendroenergy (wood energy) is all the energy obtained from solid biofuels, liquid or gaseous primary or secondary derived from forests, forest plantations, urban woodlands and trees in general. It represents the energy produced after combustion of wood fuel, such as firewood, charcoal, *pallets*, briquettes, etc., and corresponds to the net calorific value of the fuel (Guyat, 2004).

The extraction and use of firewood negatively impact forest resources, either for self-consumption or sale (Ortiz, 2009). Most users of firewood in Mexico is concentrated in the states of Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz and Yucatán (Díaz, 2000), with an annual consumption of 38 million cubic meters (CONAFOR, 2007).

Firewood extraction is a very present activity in the communities of Morelos. There are 45 species used for this purpose, corresponding to 7.5% of the useful plants, but the species most in demand are: tepemezquite or tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), brazilwood (*Haematoxylum brasiletto*), licorice (*Eysenhardtia polystachya*) and tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*) (Atender, 2008).

The community Los Sauces, municipality of Tepalcingo, is located in the buffer zone of the Biósfera de la Sierra de Huautla (Rebiosh). It is located in the state of Morelos, between latitudes N 18° 33' 08" and 18° 37' 00" and lengths W 98° 58' and 98° 55', at an altitude of 1 216 m. The type of vegetation is tropical dry forest (Figure 1).

Some species representative of the community are *Guazuma ulmifolia* (cuahulote) and other amates and cuajotes. There are also several secondary associations formed mainly by thorny bushes of the family Fabaceae. The climate is warm humid with rains in summer, with an annual rainfall of between 800 and 1 000 mm and an average annual temperature of 22 °C (INEGI, 2011).

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, la ganadería, la recolección de resinas, la recolección de frutas, la producción de mezcal, la colecta de especies medicinales y la extracción de leña; esta última es utilizada mayormente para la cocción de alimentos y para la venta entre vecinos o en pueblos aledaños con el fin de obtener ingresos económicos extraordinarios en la época estiaje cuando disminuye las tareas en las otras actividades. La leña, por ser uno de los recursos usado como combustible por la mayoría de los habitantes, tiene alta demanda que representa presión sobre el recurso vegetal y provoca disminución en la disponibilidad de especies arbóreas con este uso, situación que se intensifica con el incremento de la población.

Dendroenergía

La madera, además de ser un recurso renovable, es ambientalmente aceptable, ya que al usarse 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). 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 kg³. 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

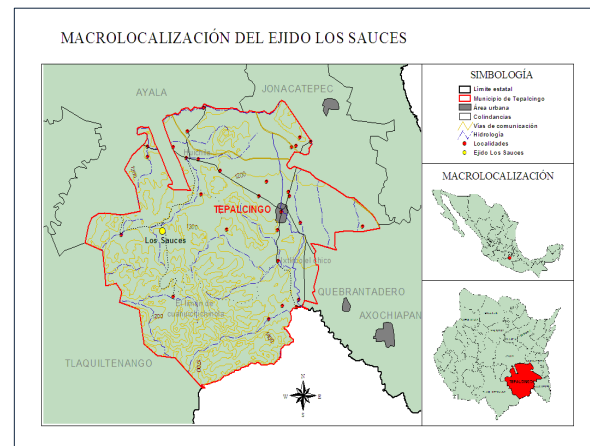


Figura 1. Macrolocalización del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

Figure 1. Macrolocation the common Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

The main economic activities in the common of Los Sauces are agriculture, livestock, collecting resins, picking fruit, mezcal production, collection of medicinal plants and firewood extraction; the latter is used mainly for cooking food and for sale between neighboring or nearby villages in order to achieve extraordinary income in the low water season when tasks decreases in other activities. Firewood, as one of the resources used as fuel for most people, is in high demand it represents pressure on plant resources and causes decrease in the availability of tree species with this use, a situation that intensifies with increase of the population.

Dendroenergy

The wood, besides being a renewable resource, is environmentally acceptable, since when used as fuel does not increase the concentration of carbon dioxide in the atmosphere to the level of fossil fuels, making energy production from biomass forestry is called clean dendroenergy (Guyat *et al.*, 2004). Organic compounds are mainly wood cellulose, hemicellulose and lignin. A small fraction corresponds to resins.

In the combustion process it is primarily lignin becomes fixed carbon. The other compounds are released as volatiles, whereby the burning of this fraction is carried out similar to those of a gaseous fuel reactions. In comparison, this gaseous fraction has about 40% higher than fixed solid carbon fraction calorific value. Wood-free water has a lower calorific value of 4 400 kcal kg³. This value is reduced to

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 la calidad de leña como el conjunto de características que permiten diferenciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie.

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 de 20%. Bruzos (2009) clasifica a la madera por su densidad aparente en:

Muy pesadas: densidad aparente mayor de 1 kg dm^{-3}
 Pesadas: está comprendida entre 0.8 y 1 kg dm^{-3}
 Medianamente pesadas: entre 0.5 y 0.8 kg dm^{-3}
 Ligeras: si es menor de 0.5 kg dm^{-3}

Situación de la leña en Morelos

En los municipios de Amacuzac, Ayala, Coatlán del Río, Jojutla, Mazatepec, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Tetecala, Tlaltizapán y Tlaquiltenango existen 49 033 viviendas habitadas de las cuales 60% utiliza leña como fuente de combustible, con un consumo diario promedio de 4 kg por vivienda, lo que hace un total de 159 905.6 kg de leña (160 toneladas diarias), que suman 58 400 toneladas al año (Atender, 2008).

Monroy y Monroy (2003) registraron 18 especies arbóreas con valor de uso energético, mismas que los habitantes de las comunidades rurales de Morelos clasifican, con base en sus características de combustión y dureza al momento del corte, como 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 90% de la leña es obtenida de una leguminosa conocida popularmente como tlahuitol (*Lysiloma divaricata*).

La leña es el combustible más 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 para comerciar 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*

approximately 3 500 kcal kg air-dried wood with 20% residual moisture. With higher humidity, further it reduces the heating value (Drake *et al.*, 2002).

Calorific value is the amount of heat generated by complete combustion of a specific mass of carbon in the presence of oxygen. The heating value represents the energy of combustion of carbon and hydrogen of organic matter and pyritic sulfur and partly organic (Vásquez and Herrera, 2006). Otero *et al.* (2004) define the quality of wood as a set of features that can be differentiated as equal, better or worse than others of its kind.

The density is probably the most studied variable and is most often used to determine the quality of the wood (Zhang, 1997) indicator. It is the weight of the unit volume of wood and depend largely on humidity. Conventionally the apparent wood density is taken less than 20% moisture. Bruzos (2009) classifies wood by its apparent density:

Very heavy: bulk density greater than 1 kg dm^{-3}
 Heavy: it is between 0.8 and 1 kg dm^{-3}
 Moderately heavy: between 0.5 and 0.8 kg dm^{-3}
 Light: if less than 0.5 kg dm^{-3}

Situation of fuelwood in Morelos

In the municipalities of Amacuzac, Ayala, Coatlán del Río, Jojutla, Mazatepec, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Tetecala, Tlaltizapán and Tlaquiltenango there are 49 033 occupied dwellings of which 60% use wood as a fuel source, with an average daily consumption 4 kg per household, which makes a total of 159 905.6 kg of firewood (160 tons per day), totaling 58 400 tons per year (Atender, 2008).

Monroy and Monroy (2003) recorded 18 tree species worth of energy use, same as the inhabitants of rural communities of Morelos classified, based on its combustion characteristics and hardness when cutting, as softwoods or mushy and hard or solid, traits that determine the ultimate fate of the wood, the total timber extracted and sold. Approximately 90% of the wood is obtained from a legume popularly known as tlahuitol (*Lysiloma divaricata*).

The firewood is the most widely used fuel in the Sierra de Huautla for food processing. Activity firewood extraction is done both for self-consumption and for trade in nearby cities, for making bread. This practice is generally exercised by the householders. The species most in demand (preferred by

acapulcense), tepemezquite o tlauhuitol (*Lysiloma divaricata*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y tecolhuixtle (*Mimosa bentharii*) (Maldonado, 1997).

Materiales y métodos

El conocimiento local se entiende como el acervo de conocimientos, creencias, costumbres y percepciones únicos para una cultura o una sociedad dada (Monu, 1997; Grenier, 1998). 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).

Con base en una serie de entrevistas realizadas con anterioridad por alumnos de la generación 2010-2011 de la maestría en Agroforestería, se elaboró un cuestionario más detallado para obtener el conocimiento local acerca de las especies más utilizadas como leña (dendroenergéticas), aplicado a 25% de las familias que habitan en la comunidad de Los Sauces. Se trata de dos tipos de entrevistas, una para leñadores y otra para amas de casa, ya que estos grupos no tienen la misma visión respecto a la leña.

Una vez conocido el listado de las especies con mayor frecuencia de uso dendroenergético, mediante las entrevistas, se procedió a la colecta de semilla y de troncos de leña para hacer las determinaciones de protocolo de germinación, calor de combustión, cenizas, densidad y humedad, tomando estas muestras de los árboles con las mejores características.

De acuerdo al método de Kollman (1959), para la obtención de densidad se colectó un trozo de leña de la especie y se sacaron tres cubos de aproximadamente 2 x 2 cm, los cuales se secaron a la intemperie durante 24 horas, 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 de disección y se pesaron 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 cuatro

the little smoke produced) are: brazilwood (*Haematoxylum brasiletto*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tepemezquite or tlauhuitol (*Lysiloma divaricata*), licorice (*Eysenhardtia polystachya*) and tecolhuixtle (*Mimosa bentharii*) (Maldonado, 1997).

Materials and methods

Local knowledge is understood as the body of knowledge, beliefs, customs and perceptions unique to a culture or a given society (Monu, 1997; Grenier, 1998). Generally, in the case of that knowledge linked to natural resources, derived from everyday observations and experimentation with ways of life, production systems and natural ecosystems (Mora, 2007).

Based on a series of interviews conducted previously by students of the 2010-2011 generation of expertise in agroforestry, for a more detailed local knowledge about the species most commonly used as firewood (dendroenergetic) questionnaire applied to 25 he was prepared % of families living in the community of Los Sauces. There are two types of interviews, one for woodcutters and one for housewives, because these groups do not have the same vision for firewood.

Once you know the list of species most commonly of wood energy use, through interviews, we proceeded to the collection of seed and logs of wood to make determinations protocol germination, heat of combustion, ash, density and moisture, taking these samples from trees with the best features.

According to the method of Kollman (1959), for obtaining density a piece of wood species was collected and three cubes of approximately 2 x 2 cm were removed, which were dried in the open for 24 hours, then spent a desiccator for 24 h to remove the air in the timber and allow the entry of water were then weighed using an electronic balance; to obtain the volume, the cubes were immersed in a glass of water with the aid of a dissecting needle and weighed to obtain the volume difference.

After this, the cubes were immersed in water for seven days, once after that time, they were weighed and put in an oven at 103 °C for four days to remove water contained in them, from the fourth day began weighing daily until no weight

días para eliminar el agua contenida en ellos, a partir del cuarto día comenzó el pesaje diariamente hasta que ya no cambiara el peso de estos, para después calcular el volumen mediante el método del vaso con agua. Una vez tomados los datos de volumen y peso seco se obtuvieron la densidad básica y el contenido de humedad.

El calor de combustión se determinó mediante la metodología descrita por Soto y Núñez (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 dos repeticiones (Figura 2). La muestra pesada se colocó en soporte de la tapa de la cámara de combustión, colocando 10 cm de alambre para iniciar la combustión (Figura 3). Este soporte se fijó en la bomba de oxígeno, la cual cerrando herméticamente se le insertó oxígeno (25 a 30 atmósferas).

Paralelamente 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.

Después de tomar los datos, el calorímetro se destapó, retirando con unas pinzas la bomba para después abrirla a la intemperie ya que contiene presión del oxígeno; una vez abierta se retiró el alambre no quemado, se enjuagó 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 existía presencia de ácidos. Para la obtención de estas dos variables se utilizaron los procedimientos de laboratorio propuestos por Sosa (1979). 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)

La metodología para la elaboración de los tratamientos de germinación fue tomada del trabajo que utilizó el INE (2007) para semillas de árboles de selva baja caducifolia. Una vez aplicado el tratamiento pregerminativo a las semillas se sembraron en charolas de unicel de 200 cavidades, utilizando peat moss como sustrato para posteriormente obtener el porcentaje de germinación y días de emergencia de las plántulas. Para estructurar el diseño y propuesta de las tecnologías agroforestales se utilizó la

change these, then calculate the volume by the method of glass with water. Once taken data volume and dry weight basic density and moisture content were obtained.

The heat of combustion was determined by the method described by Soto and Núñez (2008) which consisted of grinding a piece of stem of each species until a gram of sample. 0.5 g of each species of wood sample was weighed, with two repeats (Figure 2). The sample was placed in heavy cover support of the combustion chamber, placing 10 cm wire to initiate combustion (Figure 3). This support was set at the oxygen pump, which was inserted by sealing oxygen (25 to 30 atmospheres).



Figura 2. Muestra molida de las especies estudiadas y pesaje de las mismas.

Figure 2. Ground sample of the species studied and weighing them.



Figura 3. Colocación del alambre y montaje de la muestra en el soporte.

Figure 3. Placing the wire and mounting the sample in the holder.

Parallel to this process, two liters of water were heated to a temperature of 30 °C which were added into the cuvette of isoperibolic calorimeter, with hot water; the bomb was placed inside the calorimeter and sample data were introduced to computer software for reading the result.

After taking the data, the calorimeter was uncovered by removing the pump with pliers then open to the weather as it contains oxygen pressure; once opened wire unburned

metodología de diagnóstico y diseño descrita por Raintree (1987), la cual consiste básicamente en cinco etapas: prediagnóstico, diagnóstico, diseño y evaluación, planeación e implementación.

Resultados

De acuerdo a los resultados de las entrevistas realizadas en la comunidad de Los Sauces, 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. Los intereses y visión en torno a 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 en el caso del cocinado de los frijoles; o bien, leña con fuego rápido, “arrebataado”, que se requiere para hacer tortillas.

Los combustibles en los hogares son 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 leña en las comunidades es un recurso que se maneja de manera apropiada por los habitantes rurales, se corta y se procesa para su aprovechamiento, los dispositivos para su empleo son muy elementales y se reducen a instrumental simple que los propios productores elaboran, mientras que 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 limitante para estos pobladores, por ello en la localidad de Los Sauces 40% de las hogares utiliza únicamente leña, no cuentan con equipo para combustible fósil llamado “gas LP”, que corresponde al butano, comercializado en cilindros de 20 kg con un costo de 235 pesos, en tanto que 60% de los hogares combina leña y

removed, the interior of the pump, the holder and cover with distilled water rinsed by pouring this solution into an Erlenmeyer flask and then titrate with sodium carbonate, this in order to know whether there presence of acid. To obtain these two variables laboratory procedures proposed by Sosa (1979) were used. Statistical analysis was performed using the GLM procedure of SAS (2002). The tests compared with 0.05 mean statistical significance were performed using the Tukey test (Steel *et al.*, 1997)

The methodology for the development of treatments germination was taken of the work that used the INE (2007) for tree seeds deciduous forest. Once the pregerminative treatment applied to seeds in trays were seeded styrofoam cavities 200, using as substrate peat moss to subsequently obtain the germination percentage and days of seedling emergence. To structure the design and agroforestry technologies proposed diagnostic methodology and design described by Raintree (1987) was used, which basically consists of five stages: pre-diagnosis, diagnosis, design and evaluation, planning and implementation.

Results

According to the results of the interviews conducted in the community of Los Sauces, there is a process of replacement of fuel wood for home, LP is the substitute fuel, which still fails to be established. Interests and vision around the wood of housewives is different from the lumberjacks, since the latter prefer the easy species to cut, linear chappy and quick drying, while women are inclined species smokeless and, depending on the needs, sometimes they require species that are slow and steady fire, as in the case of cooked beans; or, firewood rapid fire, "caught", which is required to make “tortillas”.

Household fuels are a necessity both in urban and rural communities, which are used for food preparation, but also to temper the water used for personal hygiene. Firewood is a proper fuel in rural communities to be replaced by fossil fuels to the extent that people have access to the latter and the necessary equipment and facilities for use.

The firewood in communities is a resource that is handled appropriately by rural dwellers, cut and processed for use, devices for use are very basic and are reduced to simple instrumental that the producers themselves made while the

“gas”, lo que significa una transición en relación con los combustibles. A pesar de lo anterior, el uso del “gas” es esporádico, pero la posesión de estufas, calentadores de agua y parrillas, además de espacios cerrados para cocina y cuartos de baño, son parte del prestigio social en el pueblo, representa ante la comunidad la capacidad económica familiar, muchas de las veces asociada a la migración de los hijos al extranjero.

Sin embargo, la cultura de uso de la leña está arraigada en el “gusto” de las amas de casa por el “mejor sabor” de los alimentos o bien por la obtención de fuego lento o “arrebataado” necesario para la cocción de determinados guisos, por ello 90% de ellas prefiere la leña. Hay opiniones al respecto: “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 identifican con la cultura propia de la generaciones mayores e inclusive se califica peyorativamente a las 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” (Gloria, 60 años).

Elas establecen las condiciones en las que se justifica el cambio: “la estufa de gas sí 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 está mojada pero me gusta más usar leña porque la comida se cocc mejor” (Janet, 30 años).

La cantidad de leña utilizada depende del número de miembros de las familias, las pequeñas usan sólo de una a dos cargas al mes, en tanto que en las grandes puede llegar a seis. Resalta el hecho de que 90% de los entrevistados está en el primer caso. La eficiencia en el uso de la leña es una preocupación de los programas gubernamentales, cuya aplicación ha dado como resultado que alrededor de 50% de las familias cuenten con fogones ahorradores.

Las especies dendroenergéticas poseen características relacionadas con su uso como leña. Las amas de casa tienen preferencias de acuerdo al tipo de fuego que obtienen de cada una de ellas, como se muestra en el Cuadro 1.

use of fossil fuels requires equipment and facilities to be acquired in the cities and are usually expensive and rarely available to the budget of marginalized farmers.

In addition, the value of fuel requires payment in cash, limiting situation for these people, so in the town of Los Sauces 40% of households use only firewood, do not have equipment for fossil fuel called "gas LP" which It corresponds to butane, sold in 20 kg cylinders at a cost of 235 pesos, while 60% of households combined firewood and "gas", which means a transition in relation to fuels. Despite this, the use of "gas" is sporadic, but possession of stoves, water heaters and grills, plus an enclosed space for kitchen and bathrooms, are part of the social prestige in the village, it represents to the family community economic capacity, many times associated with the migration of children abroad.

However, the culture of use of firewood is rooted in the "taste" of housewives by the "best taste" of food or by obtaining simmered or "taken" necessary for cooking certain dishes therefore 90% of them prefer the wood. There are opinions on the matter: "no [would not stop cooking with firewood] because that makes it one tortillas and taste better, and beans also cook with firewood nicer" (Verónica, 49 years).

It also identifies with the culture of the older generations and even pejoratively calls the new: "for there [would not stop cooking with firewood] because i am old, and now girls [young women] are loose, too lazy turn the stove" (Gloria, 60 years).

They establish the conditions in which the change is justified "gas stove itself is necessary for when you get sick at night, a quick tea on the stove, because in one of wood [stove] just do not burn the fire, and as not, and that's more a stove" (Victoria, 38 years). "The gas we use when, in the rainy season, the wood is wet but I like to use firewood because the food is cooked better" (Janet, 30 years).

The amount of firewood used depends on the number of family members, small use only one to two loads per month, while in big can reach six. Highlights the fact that 90% of respondents are in the first case. Efficiency in the use of firewood is a concern of government programs, whose implementation has resulted in about 50% of families have saving stoves.

The dendroenergetic species possess characteristics associated with their use as firewood. Housewives have preferences according to the type of fire they get from each of them, as shown in Table 1.

Cuadro 1. Especies dendroenergéticas, características como combustible, frecuencia de uso y tiempo de secado.
Table 1. Species dendroenergetic, fuel characteristics, frequency of use and drying time.

Nombre común	Nombre científico	Características de la leña	Frecuencia (%)	Tiempo para secarse la leña
Tlahuitol	<i>Lysiloma divaricata</i>	Arde lento, no hace humo	100	15 días
Palo Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Arde lento	90	3 días
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 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, como las tortillas, en este caso la cubata blanca es la que posee esa característica. Destaca la preferencia de especies que no hacen humo o producen el mínimo. 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.

Para ellos, las especies de mayor demanda son el tlahuitol, el palo Brasil y el tepehuaje, y porque el tamaño permite la obtención de mayor cantidad de leña por árbol, comparados con cualquiera otra de las especies. Por otro lado se tiene la cubata blanca, la cual posee ramas y tallos derechos. Esta, afirma el leñador Margarito, de 60 años de edad, "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]". La facilidad de corte y aceptación de los compradores llevó a la disminución de los ejemplares de esta especie a una situación cercana a la desaparición, por lo cual habrá que considerar estrategias de racionalidad en el uso de la cubata blanca.

Las especies que se usan para leña tienen además usos como forraje, madera, medicina, cerco vivo y sombra. El presente trabajo confirma lo que menciona Maldonado (1997) acerca de las especies que utilizan como leña en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (Rebiosh), las cuales son el tlahuitol, tepehuaje, tecolhuixtle, palo Brasil y palo dulce, con la característica de producir una cantidad mínima de humo.

Criterios de la calidad 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

In contrast, wood burning is preferred to prepare fast foods that do not require to be long on the stove, like tortillas, in this case white cubata is the one with that feature. It highlights the preference of species that do not produce smoke or minimum. Also to reduce smoke emission drying of wood to be used in the stove is heading, you can burn with humidity however smoke emission is very evident.

For them, the species most in demand are the tlahuitol, brazilwood and tepehuaje, and because the size allows obtaining greater amount of wood per tree compared to any other species. On the other hand has white cubata, which has branches and stems rights. This, says Margarito lumberjack, 60 years old, "is very easy to cut with an ax and you cut a branch, not to cut brazilwood is very hard and the wood [stringy bark] entangles". The ease of cutting and acceptance of buyers led to the decline of this species to a near disappearance situation, which should be considered strategies rational use of white cubata.

The species used for firewood also have uses as fodder, timber, medicine, hedgerows and shade. This work confirms what Maldonado (1997) mentions about the species used as firewood in the the Biósfera de la Sierra de Huautla (Rebiosh), which are the tlahuitol, tepehuaje, tecolhuixtle, brazilwood and sweet stick with characteristic to produce a minimum amount of smoke.

Criteria for the quality of dendroenergetic species

The heat of combustion is the release of energy as heat, which causes food can cook. Statistical analysis showed that at least one treatment is different, using the Tukey test ($p \leq 0.05$) three groups are obtained in the list of species wood energy, where the tecolhuixtle and tepehuaje have the heat of combustion higher (4 490 and 4 429 cal g⁻¹ respectively).

tres grupos en el listado de las especies dendroenergéticas, donde el tecolhuixtle y el tepehuaje poseen el calor de combustión mayor (4 490 y 4 429 cal g⁻¹ respectivamente). Drake *et al* (2002) mencionan que la leña libre de agua posee un poder calorífico inferior de hasta 4 400 cal g⁻¹. En los datos de laboratorio que se obtuvieron, las especies antes mencionadas presentan un valor por arriba del citado por 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, 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. En el caso del tecolhuixtle, su uso como especie dendroenergética ha disminuido por la baja existencia de ejemplares en la región, aun sabiendo que la leña es de buena calidad.

Discusión

Sosa (1979) afirma 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 segundo produzca un poco más de cenizas.

Analizando estadísticamente los resultados obtenemos que al menos un tratamiento es diferente, aplicando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) tenemos que existen cuatro grupos en donde el tlahuitol y tepehuaje producen la menor cantidad de cenizas (1.86 y 2.31% respectivamente), en contraparte poseen la mayor cantidad de materia orgánica (88.14 y 87.69% respectivamente). Estas son otras características que se corroboran con base en 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).

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

Drake *et al* (2002) mention that the free firewood water has a lower heating value of up to 4 400 cal g⁻¹. In laboratory data were obtained, the above species have a value above the mentioned by the author and the following four species are below.

Analyzing the results obtained on the use of wood energy species and laboratory results, it is observed that the tepehuaje ranks second in amount of heat of combustion and why the frequency of use among the families of the common of Los Sauces explained because they know this information empirically. In the case of tecolhuixtle, it uses as wood energy species has declined by low stocks of copies in the region, even knowing that the wood is of good quality.

Discussion

Sosa (1979) states that higher ash less amount of organic matter and higher heat of combustion (Bravo, 1989), the organics responsible for the amount of combustion heat. Using the correlation between the data obtained from combustion heat and ash, tepehuaje and tlahuitol meet the rule, although the second produces a little ash.

Statistically analyzing the results obtain at least one treatment is different, using the Tukey test ($p \leq 0.05$) have four groups that exist where tlahuitol and tepehuaje produce the least amount of ashes (1.86 and 2.31% respectively), counterparty have the highest amount of organic matter (88.14 and 87.69% respectively). Here are other features that are corroborated based on the information obtained through interviews (local knowledge), since the ashes produce smoke and this has more than 200 chemical compounds, most of them toxic inhalants with a smaller diameter to 10 microns, causing breathing problems (Junemann and Legarreta, 2007).

Restrepo *et al.* (1983) mention "that the analysis of the composition of wood smoke has shown that it is a suspension of small particles in hot air and other gases resulting from incomplete combustion. The gases are variable but always contains carbon monoxide and carbon dioxide; if sulfur, whether in small quantities, sulfur dioxide, tar vapors and/or unsaturated hydrocarbons occurs. The carbon particles are coated with combustible materials such as organic acids and aldehydes".

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”.

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

La densidad de las especies dendroenergéticas es el peso de la unidad de volumen de la madera y depende en gran medida de la humedad (Bruzos, 2009); Otero *et al.* (2004) mencionan 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 respecto al 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 ($p \leq 0.05$) tenemos que existen cuatro grupos y que el palo Brasil y el palo dulce son los que tienen la mayor densidad (0.81 y 0.78% respectivamente). Zhang (1997) menciona que la densidad tiene que ver más con la calidad de la madera lo cual se corrobora con la información proporcionada por la gente de la comunidad, que asegura que los árboles más duros para cortar son palo Brasil, tlahuítol, palo dulce, tecolhuixtle, tepehuaje y cubata blanca.

Las especies de las que se colectaron semilla fueron palo dulce, cubata blanca y tepehuaje, aplicando dos tratamientos de acuerdo a la recomendación del INE (2007); el que se utilizó para palo dulce fue sumergir durante un minuto las semillas en agua caliente a 50 °C obteniendo un porcentaje de germinación de 80%; comenzaron a emerger las plántulas a los seis días de haberse sembrado. El INE (2007) obtuvo 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); las que utilizó tenían dos años en esas condiciones, en el caso de este trabajo se emplearon semillas que tenían tres meses de almacenamiento.

The statistically analyzing the results we obtain that at least one treatment is different, using the Tukey test ($p \leq 0.05$) note that there are five groups where tepehuaje and tlahuítol have the lowest moisture content (6.36 and 6.96% respectively). Comparing the qualitative data (local knowledge) with laboratory, we get that wood energy species that they mention with more moisture are the same, this could be because when species were collected, they already had a week have been cut.

The dendroenergetic density species is the weight of the unit volume of wood and depends largely moisture (Bruzos, 2009); Otero *et al.* (2004) mention that greater density greater combustion heat; correlating data density heat of combustion and the rule is not met at all since the brazilwood and sweet stick rank first with respect to heat and combustion are in the second group. Statistically analyzing the data reveals that at least one treatment is different, using the Tukey test ($p \leq 0.05$) we have that there are four groups and the brazilwood and licorice are those with the highest density (0.81 and 0.78% respectively). Zhang (1997) mentions that the density has more to do with the quality of the wood which is corroborated by the information provided by the people in the community, which ensures that the hardest to cut trees are brazilwood, tlahuítol, sweet stick, tecolhuixtle, tepehuaje and white cubata.

The species that were collected seed licorice, white cubata and tepehuaje, using two treatments according to the recommendation of the INE (2007); which he was used to immerse licorice seeds for one minute in hot water at 50 °C obtaining a germination rate of 80%; they began to emerge seedlings six days after planting. The INE (2007) scored 60% seed germination, this is because the storage time decreases seed viability thereof (Arriaga *et al.*, 1994); which he was used two years in those conditions, in the case of this work seeds having three months of storage were used.

For white cubata and tepehuaje treatment and sanding until change color, thinner seed coat was applied; 55% germination in the first case and 60% in the second were obtained; time of seedling emergence was 7 and 4 days respectively; comparing the results with the INE (2007), 90% of seed germination and seedling emergence five days was obtained; This is possibly because tepehuaje seeds and cubata sanded more damaging the embryo.

Para la cubata blanca y el tepehuaje se aplicó el tratamiento de lijar hasta que cambiara de color, para adelgazar la testa de la semilla; se obtuvieron 55% de germinación en el primer caso y 60% en el segundo; el tiempo de emergencia de la plántula fue de 7 y 4 días respectivamente; comparando los resultados con el INE (2007) se obtuvo 90% de germinación de la semilla y una emergencia de plántulas a los cinco días; esto se debe a que posiblemente las semillas de tepehuaje y cubata se lijaron de más dañando el embrión.

Conclusiones

Las especies más utilizadas como leña en la comunidad Los Sauces son: tlahuítol (*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 los combustibles fósiles; sin embargo, a pesar de lo extendidos, estos se usan esporádicamente y se perciben como un rasgo de “prestigio social”. También existen diferencias en cuanto a la preferencia de especies entre amas de casa y leñadores.

Con base en los resultados del análisis, las especies, en orden de importancia por su calidad, son: tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y cubata blanca (*Acacia pennatula*).

Las tecnologías agroforestales que se proponen para el ejido Los Sauces, municipio de Tepalcingo, Morelos, son árboles 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 dispuestos en estos campos.

Literatura citada

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 (UACH). Chapingo, Estado de México. 66 p.

Conclusions

The species most used as firewood in the community Los Sauces are: tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), white cubata (*Acacia pennatula*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), brazilwood (*Haematoxylum brasiletto*), licorice (*Eysenhardtia polystachya*) and tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*).

In Los Sauces there is a process of replacing fuelwood by fossil fuels, however, despite the widespread, these are used sporadically and are perceived as a feature of "social prestige". There are also differences in species preference among housewives and lumberjacks.

Based on the analysis results, the species, in order of importance for their quality, are: tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), brazilwood (*Haematoxylum brasiletto*), licorice (*Eysenhardtia polystachya*) and white cubata (*Acacia pennatula*).

The agroforestry technologies proposed for the common Los Sauces, municipality of Tepalcingo, Morelos, are scattered trees in pastures and hedgerows, as land use is associated with livestock and fuelwood needs they can be covered with trees arranged in these fields.

End of the English version



- Arriaga, M. V. V.; Cervantes, G. y Vargas, M. A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de las semillas, propagación y manejo de plantas. 1ª edición. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D. F. 186 p.
- Atender. 2008. Aprovechamiento doméstico y comercial de leña y postería en la selva baja caducifolia del estado de Morelos, Temixco, Morelos. Ed. 65 pp.
- Bravo, G. L. R. 1989. Procesos de degradación térmica de la madera. In: Primera reunión nacional sobre Dendroenergía. Chapingo, Estado de México. 348-362 pp.
- Bruzos, T. 2009. Propiedades físicas de la madera. Maderas: Ciencia y tecnología. Universidad del Bio, Chile. 11(1):3-18.
- Chacón, C. R. y Alfaro, R. J. C. 1990. Neumopatía asociada a la inhalación de humo de leña: Análisis de 11 casos. Servicio de Neumología, Hospital México, San José, Costa Rica. 7 p.
- CONAFOR. 2007. Programa Nacional de Dendroenergía Forestal 2007-2012. 12 p.
- Contreras, H. J. R.; Volke, H. V.; Oropeza, M. J. L.; Rodríguez, F. C.; Martínez, S. T. y Martínez, G. A. 2003. Disponibilidad y uso de leña en el municipio de Yanhuítlán, Oaxaca. Terra Latinoam. 21:437-445.

- Díaz, R. 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂. Tesis maestría en Ingeniería (energética), División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 113 p.
- Drake, F.; Von, B.; Hellwig, M. D. y Mellado, A. 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. y Yépez, P. 2009. Diagnóstico participativo del uso y abastecimiento de leña en Chiapas, México. *Ra Ximhai*. 5(2):201-223.
- Grenier, L. 1998. Working with Indigenous knowledge. 1ª (Ed.). Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa, Canadá. 115 p.
- Guyat, D. M.; Mercadet, P. A. y Padrón, P. R. 2004. La dendroenergía: consideraciones generales. *Rev. Forestal Baracoa*. 129:136.
- INE. 2007. Reforestación productiva con leguminosas nativas, en el ejido de Amapilca, municipio de Alcozauca, Guerrero. SEMARNAT. 732 p.
- INEGI. 2011. Anuario estadístico Morelos 2005. México. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee10/estatal/mor/default.htm>.
- INIFAP. 2003. Importancia y Prácticas de Sistemas Agroforestales. Desplegable para productores Núm. 2. 2 p.
- Jiménez, F. y Muschler, R. 2001. Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de enseñanza agroforestal CATIE/GTZ. 1-24 pp.
- Junemann, A. y Legarreta, G. 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, 359-447 pp.
- López, T. G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría 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. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D. F. 74 pp.
- Monroy, O. C. y Monroy, R. 2003. Saber popular, alternativa mexicana para conservar el bosque tropical caducifolio. *In: XII Congreso Forestal Mundial, Bosques para la Gente, Québec, Canadá*. 379 pp.
- Monu, E. D. 1997. Farmer participation in research: implications for agricultural development. *J. Soc. Develop. Africa*. 12(1):53-66.
- Mora, J. 2007. Persistencia, conocimiento local y estrategias de vida en sociedades campesinas. *Revista de Estudios Sociales*. 29:196.
- Otero, D. L. M.; Lobos, B. A.; Vera, S. y Kausel, K. T. 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. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>.
- 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. 22 p.
- Restrepo, J. P.; Reyes, P.; De Ochoa N. y Patiño, E. 1983. Neumoconiosis por inhalación de humo de leña. *Acta Médica. Colombia*. 8:191-204.
- SAGARPA. 2005. Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra. 8 p.
- Sánchez, V. A. y Domínguez, A. F. A. 1989. Principales especies aprovechadas para leña en el Alto Balsas poblano. *In: primera reunión nacional sobre Dendroenergía. Chapingo, Estado de México*. 137-153 pp.
- Sosa, M. E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México. 115 p.
- Soto, G. y Núñez, M. 2008. Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de *Pinus Radiata*. *Maderas. Ciencia y tecnología*. 10(2):129-137.
- Steel, G. D. R.; Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. The McGraw-Hill Companies, Inc. 637 pp.
- Vásquez, S. E. B. y Herrera, B. J. E. 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. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia*. 59(2):176-198.
- 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 Zhang, S. Y.; Grosselin, R. and Chauret, G. (Eds.). *Proceedings of the CTIA/IUFRO International Wood Quality Workshop Quebec City. Part I*. 17-39 pp.