



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**“Caracterización del sistema de aprovechamiento del Guaje  
Rojo *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta* (Mociño & Sessé ex  
DC.) Benth., en Colonia San Martín, Zapotitlán, Puebla”.**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGA  
PRESENTA  
LEON AGUILAR ELIZABETH**



**Directora: Patricia Dávila Aranda**  
**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México**

**A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

**Al laboratorio de Recursos Naturales**

**A Colonia San Martín**

**Al Comité de Manejo Sustentable de Colonia San Martín**

**A mis Sinodales:**

**Patricia Dávila Aranda  
Oswaldo Téllez Valdés  
María Edith López Villafranco  
Humberto Macías Cuellar  
Rocío Rosas López**

**A mi madre:**

Solo tu sabes todo el esfuerzo que nos ha costado salir adelante, te amo mucho y esta tesis es producto de todo el apoyo que me has brindado siempre, mil gracias por todo.

**A Brianda:**

Esto solo es el ejemplo de que tú también puedes lograr todo lo que te propongas, te quiero mucho Mono.

**A mi Romero:**

Por lo mucho que te amo y por todo lo que me has apoyado en mi locura y en mi lucidez, gracias por compartir tu vida conmigo.

**A mi segunda familia:**

Doña Chinta, don Victor y a Erick, por haberme abierto las puertas de su casa, por haberme brindado toda su confianza y por el gran cariño que siento por ustedes.

**A mi tía Edith:**

Por estar siempre y en cualquier situación apoyándome y por quererme tanto.

**A mis amigas:**

Denisse, Mireya, Yazid y Laurita. Por que en una u otra etapa de mi vida han sido muy importantes y espero que siempre lo sigan siendo.

**A mis amigos:**

Lalo, Mario, Abraham, Oscar, Paco, Omar, Kike, Saul y Ernesto. Gracias por darle un toque de alegría a mi vida.

**A mis primas:**

Ericka y Mirna, por que gracias a ustedes pasé una excelente infancia y por que siempre las querré mucho.

**A MI PADRE:  
RUBÉN LEÓN BOLAÑOS †**

**Y**

**A ARIANITA ROMERO LEÓN  
POR LLEGAR A ILUMINAR MI VIDA**

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos particulares.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Área de estudio .....	10
3.2 Aspectos sociales.....	13
3.2.1 Realización de encuestas.....	13
3.3 Aspectos económicos.....	14
3.3.1 Visita al mercado local “La Purísima”.....	14
3.3.2 Establecimiento de precios.....	14
3.4 Aspectos ambientales.....	15
3.4.1 Identificación de <i>Leucaena esculenta</i> .....	15
3.4.2 Ubicación de la población “El Volcancillo” y los Huertos de <i>Leucaena esculenta</i> .....	15
3.4.3 Densidad y Estructura de Tamaños.....	16
3.4.4 Producción de flores y frutos.....	17
3.4.5 Integración de la información al Sistema de Información Geográfica.....	17
IV. RESULTADOS.....	19
4.1.- Aspectos sociales.....	19
4.1.1 Consumo de <i>Leucaena esculenta</i> .....	19
4.1.2 Usos de <i>Leucaena esculenta</i> .....	20
4.1.3 Forma de consumo.....	21
4.1.4 Sectores sociales que recolectan los frutos de <i>Leucaena esculenta</i> .....	22
4.1.5 Meses de recolección.....	22

4.2 Aspectos económicos.....	23
4.2.1 Comercialización del Guaje en Colonia San Martín.....	23
4.2.2 Medidas y precios de vainas de <i>Leucaena esculenta</i> en el mercado “La Purísima”.....	24
4.2.3 Medidas y precios de los bolochocos de <i>Leucaena esculenta</i> .....	25
4.2.4 Diferencias en los precios de vainas y bolochocos.....	26
4.2.5 Extracción de <i>Leucaena esculenta</i> .....	27
4.3. ASPECTOS AMBIENTALES.....	28
4.3.1 Identificación de <i>Leucaena esculenta</i> .....	28
4.3.2 Altitud y Georreferenciación.....	30
4.3.3 Densidad y Estructura de Tamaños.....	31
4.3.4 Producción de flores, vainas y bolochocos en huertos.....	32
4.3.5 Producción de flores, vainas y bolochocos en “El Volcancillo” ...	33
4.3.6 Distribución potencial de <i>Leucaena esculenta</i> .....	34
4.3.7 Análisis de Componentes Principales.....	35
4.3.8 Análisis de Conglomerados.....	36
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	43
APÉNDICE I.....	48
APÉNDICE II.....	50

## RESUMEN

A través de la investigación participativa, se caracterizó el sistema de aprovechamiento del Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*) utilizando un enfoque social, económico y ambiental.

Se encontró que el uso más importante del Guaje es como especie comestible y son las mujeres las principales encargadas de la recolección de los frutos cuando éstos se encuentran disponibles, entre los meses de julio a noviembre,

Dentro de la comercialización se pudo establecer que ésta es escasa, sin embargo, el aumento mediante otras presentaciones del recurso, así como la difusión en el consumo del mismo, podría repercutir favorablemente en la economía familiar de la comunidad.

Las agallas de los árboles son comercializadas a un mejor precio que las propias semillas, no obstante, es mayor la producción de las semillas, por lo que continúan siendo lo más viable para vender.

La población silvestre evaluada se encuentra en buen estado poblacional, ya que la estructura de tamaños presentó una curva normal. Se observó una diferencia importante con respecto a los guajes cultivados ya que estos últimos comienzan la producción de flores y frutos cuando son más jóvenes.

## I. INTRODUCCIÓN

En la última década ha cobrado fuerza tanto en el debate académico como dentro de los movimientos sociales una propuesta conocida como desarrollo sustentable, este es un nuevo paradigma que busca la construcción de una sociedad justa que se encuentre en armonía con la naturaleza, y cuyo objetivo sea la regeneración o restauración del entramado natural y social (Toledo & Solís, 2001). El desarrollo sustentable puede considerarse un proceso de cambio dirigido al cuidado adecuado del entorno socioambiental y de equidad, referida a la justa distribución intra e intergeneracional de costos y beneficios, cuyas metas no son estáticas y se redefinen continuamente como producto del devenir social y de su interacción con el medio ambiente (Macías-Cuellar *et al.*, 2006)

Los procesos encaminados hacia el desarrollo sustentable pueden apoyarse en la investigación participativa, mediante la cual se busca la plena incorporación de la comunidad, en el análisis de su propio entorno, con el objeto de promover la participación social para el beneficio de los involucrados. La actividad es por lo tanto una actividad educativa, de investigación y de acción social (De Witt & Gianotten, 1988). La investigación participativa se ha utilizado en programas de desarrollo social, capacitación campesina, políticas de planificación, entre otros y plantea la anulación de la separación entre el investigador y los grupos sociales para integrarlos a todos los procesos de la investigación y que de esta manera los grupos sociales puedan generar su propio conocimiento (Cano, 2005).

Conjuntando a investigadores con la comunidad, se pretende generar un manejo sustentable de los recursos, previendo las necesidades de la generación actual sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para solventar sus propias necesidades (Cano, 2005).

Entre los objetivos del desarrollo sustentable se incluyen los de tipo social, económico y ambiental, de esta manera se pretende reducir las desigualdades al interior y entre las comunidades, asegurar la conservación y restauración de los recursos naturales y generar estructuras productivas (Lelé, 1991).

Para contar con la caracterización de los sistemas de aprovechamiento y la generación de estructuras productivas que proporcionen los bienes y servicios necesarios para la sociedad, se deben trazar los objetivos con un enfoque social, económico y ambiental (Macías-Cuellar *et al.*, 2006), de esta manera conformar el paradigma de los sistemas ecológicos-sociales, que en sí mismos son el desarrollo sustentable.

Para evaluar los sistemas de aprovechamiento se requiere contar con indicadores que permitan describir confiablemente su estado o cambio. En el área económica se pueden evaluar, por ejemplo, las relaciones costo/beneficio, costo de inversión/ingreso medio de los productores, la evolución de los precios de insumos o los principales productos del sistema. En el área social se puede evaluar el número y tipo de beneficiados, el nivel de participación y de organización. Por último en el área ambiental se puede evaluar la productividad de los cultivos. Todos los indicadores dependen y varían de las características del sistema a evaluar (Macías-Cuellar *et al.*, 2006)

Como respuesta a los procesos sociales, económicos y ecológicos que se relacionan con la pérdida, transformación y deterioro de los ecosistemas, la UNAM inició el macroproyecto interdisciplinario: Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano. El cual pretende a través del trabajo de investigación participativa e interdisciplinaria buscar las causas que ocasionan tales problemas y las posibles soluciones, creando una red de investigación universitaria enfocada al manejo sustentable de los ecosistemas, para generar modelos de ordenamiento, conservación, uso y restauración de los recursos y servicios ambientales (UNAM, 2005).

El macroproyecto se lleva a cabo en cuatro regiones de México: La cuenca de Cuitzeo, Michoacán; la cuenca del Alto Apatlaco-Tembembe, Morelos; la cuenca del río Magdalena, D. F. y la cuenca del río Zapotitlán, Puebla, perteneciendo esta última a la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacan-Cuicatlán (RBTC) (UNAM, 2005).

Dentro de la cuenca del río Zapotitlán, en el municipio del mismo nombre se encuentra la comunidad de Colonia San Martín, cuyas características permiten realizar un diagnóstico ambiental donde se enfatice en el reconocimiento y caracterización de los sistemas de aprovechamiento (UNAM, 2005).

Como parte de los recursos que los habitantes de Colonia San Martín consideran importantes (determinado mediante un consenso de la población), se encuentra el Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*), recurso que posee elementos de alto valor nutritivo y tiene importancia comercial en los mercados locales. El fruto tierno del Guaje es consumido y se le considera un recurso prometedor como forraje, madera, leña y para programas de restauración ambiental y conservación de suelos y agua tanto en zonas silvestres, como en parcelas agrícolas (Casas, 1992).

En Zapotitlán, Salinas, tiene importancia económica, social y ambiental, ya que el fruto es consumido como alimento, las hojas se usan como forraje y la madera se utiliza como leña y para la construcción de cercas vivas (Paredes, 2001). También las agallas de los Guajes tienen un uso comestible.

La palabra Guaje se deriva del Náhuatl *oaxin*, que significa vaina y árbol de cualquier especie de *Leucaena* (Zárate, 1994). Esta especie es miembro de la familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae. El género *Leucaena* fue establecido por Bentham en 1842, es en ese mismo año cuando publica la primera descripción del género, definido dentro del orden Mimosae, tribu Eumimosae. Su descripción señala que el género incluye árboles y arbustos inermes, con 10 estambres libres, albumen en las semillas y anteras desprovistas de glándulas (Zárate, 1994).

*Leucaena esculenta* es un árbol de rápido crecimiento, que resiste altos periodos de sequía y concentraciones medias de salinidad (Pound & Martínez, 1983). Se encuentra en áreas que van de los 1500 a 2500 m.s.n.m., entre los 15 y 25 °C. Está ampliamente distribuido como planta de cultivo, en áreas de disturbio y en huertos familiares (Casas & Caballero, 1996). Sus semillas presentan altas concentraciones de proteína y de tiamina. *L. esculenta* es útil para la reforestación y el control de la erosión (Pound & Martínez, 1983).

Recibe varios nombres como son “Oaxin” ( Guaje), “Oaxin Chichiltic” ( Guaje Rojo), “Hueyoaxin” ( Guaje Grande), “ Guaje Rojo”; “Ndwa-Cua” ( Guaje Rojo, Mixteco) y “ Guaje Miahuateco”. Las agallas del fruto llamadas “Tindes”, “Polochocos” o “Bolochochos” son comestibles. Mientras que las semillas y la corteza son medicinales (Grether, 2006).

Por su importancia económica *Leucaena esculenta* probablemente fue cultivada desde la prehistoria en el Valle de Tehuacán (Zárate, 1994). La subespecie *esculenta* se distribuye en la Sierra Madre del Sur, la depresión del Balsas, abarcando en total trece estados del país incluyendo el estado de Puebla y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas & Caballero, 1996). *Leucaena esculenta* se encuentra en el bosque tropical caducifolio alterado, en forma silvestre o cultivada, en suelos calizos y en elevaciones que van de 1200 a los 2500 m. Su Floración es de julio a mayo y la fructificación de agosto a marzo.

## **Descripción taxonómica de *Leucaena esculenta***

### **Familia Fabaceae**

La familia de las leguminosas o familia Fabaceae es la más diversa entre las plantas con flor, después de las Asteraceae y Orchidaceae, con cerca de 650 géneros y 20, 000 especies. Tiene distribución cosmopolita, quizá debido a su gran habilidad para colonizar ambientes cuyo suelo es bajo en Nitrógeno, lo cual puede ser atribuido en parte a la asociación simbiótica que mantiene con la bacteria *Rhizobium* (Sprent, 1995).

El gineceo está formado por un lóculo y dos carpelos. El fruto es una vaina que puede ser dehiscente por una o dos suturas. Aunque evolutivamente el gineceo ha tenido pocas modificaciones dentro de la familia, sí se ha diversificado el fruto de manera que muchas leguminosas presentan la forma característica de la vaina, pero presentan diferentes tipos de dehiscencia (Isely, 1982).

Las leguminosas incluyen tres grandes grupos, o subfamilias, aunque existen taxónomos que las consideran como familias separadas. Estas subfamilias son: Caesalpinioidea (familia Caesalpinaceae), Papilionoidea o Faboideae (familia Papilionaceae) y Mimosoideae (familia Mimosaceae), siendo esta última a la cual pertenece *Leucaena esculenta* (Isely, 1982).

### **Género *Leucaena***

Todas las especies del género *Leucaena* son arbustos o árboles, con tallas desde 1m hasta mayores de 20m. El tronco puede ser recto y sin ramificaciones o presentar ramificación desde la base. La corteza puede ser lisa o estriada y el color varía desde gris claro con aspecto y brillo metálico, gris pardo con lenticelas amarillas hasta pardo moreno (Zárate, 1994).

Las ramillas son generalmente cilíndricas, pero existen excepciones en las que son angulares a ligeramente aladas. La pelosidad también es variable, encontrándose desde glabras, velutinosas hasta seríceas o con otros tipos de pelosidad corta, no endurecida, de persistencia variable (Zárate, 1994).

Las estipulas son persistentes, inequiláteras en la base, subuladas y apiculadas, de 2 a 7 mm de largo, generalmente son erectas, ascendentes, pudiendo ser inconspicuas, setáceas o evidentes (Zárate, 1994). Las hojas siempre son bipinnadas y pecioladas, aún cuando el pecíolo puede ser corto. El pecíolo y el raquis casi siempre tienen un surco en su cara abaxial y son redondeados en la cara adaxial. El tamaño de la hoja varía desde unos 5 cm hasta 30 cm. La forma de la hoja es oblonga, elíptica, redondeada, obovada o anchamente oblonga (Zárate, 1994).

Todas las especies presentan al menos una glándula foliar sobre el pecíolo (adaxialmente) entre el primer par de pinnas, o varias entre el primero y los últimos pares de pinnas o entre cada par de pinnas. La función de las glándulas es la secreción de néctar que atrae a insectos, en particular hormigas. En general a mayor humedad ambiental mayor es el número de glándulas por hoja. Las pinnas del género *Leucaena* son numerosas pudiendo superar las sesenta (Zárate, 1994).

### ***Leucaena esculenta***

Son árboles de 4 a 14 m de alto, con corteza lisa de color gris claro y brillante. El pecíolo es de 0.8 a 2.5 cm. de largo. Tiene ramas jóvenes 5-6 acostilladas o estriadas, pardo-grisáceas a rojizas, glabras, brillantes. Las ramas maduras son cilíndricas o apostilladas y angostamente aladas (Grether *et al.*, 2006). El fruto presenta una coloración rojiza. Es característica de la vegetación primaria de la selva baja caducifolia aunque también se le encuentra en la vegetación secundaria. Se localiza principalmente en climas cálidos y semicálidos. Se distribuye en altitudes que van de los 0 a 1900 msnm, en litologías de calizas principalmente, yesos, lutitas, toba y brecha volcánica.

En Colonia San Martín se han realizado trabajos sobre el aprovechamiento de sus recursos. En ellos se incluye el estudio de Sánchez (2007), quien realizó un diagnóstico, junto con la gente de la comunidad, del sub-sistema de aprovechamiento de la leña en Colonia San Martín. Dicho diagnóstico se llevó a cabo a través de una investigación participativa, desde las perspectivas económica, ambiental y social. Asimismo, existe el realizado por Ramírez *et al.* (2007), en el cual describió la caracterización socio-ambiental de la recolección de los recursos vegetales comestibles en Colonia San Martín.

Por otro lado existen trabajos de *Leucaena esculenta* que han abarcado varios aspectos de su biología, entre ellos destaca el trabajo de Casas & Caballero (1996), en el cual se aborda el manejo desde una perspectiva etnobotánica. Se describen sus usos, la clasificación tradicional y se comparó la variabilidad fenotípica de tres poblaciones de la especie en la Región Mixteca de Guerrero. Por su parte, Cervantes *et al.* (1995), evalúan las condiciones óptimas de germinación de *Leucaena esculenta* y Felker *et al.* (1999) evalúan el porcentaje de sobrevivencia, el material genético, el crecimiento, la resistencia al frío y la producción de biomasa de la especie, en tres sitios de Texas. Finalmente, Lalitha & Rajendra (2004) desarrollaron y estandarizaron un método rápido e indirecto para determinar las concentraciones de mimosina en hojas y semillas de *Leucaena esculenta*, utilizando la espectrofotometría.

A pesar de la existencia de estos trabajos, no existe información acerca de los sistemas de producción y aprovechamiento de *Leucaena esculenta*, ni tampoco estudios del Guaje en la localidad de Colonia San Martín.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general:

Caracterizar el sistema de aprovechamiento del Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*), en Colonia San Martín, Zapotitlán, Puebla.

### 2.2. Objetivos particulares:

#### Aspectos sociales

- Determinar los usos de *Leucaena esculenta* en Colonia San Martín.
- Establecer los sectores sociales que lo recolectan.
- Identificar las partes que son consumidas por los habitantes.
- Establecer los meses en que se producen y recolectan los frutos.

#### Aspectos económicos

- Establecer los precios en los que se comercializan los frutos.
- Determinar la importancia económica de *Leucaena. esculenta* para los habitantes de Colonia San Martín.

#### Aspectos ambientales

En una población de *Leucaena esculenta*.

- Estimar la estructura de tamaños.
- Delimitar ubicación y densidad.
- Determinar los volúmenes de producción de frutos.
- Estimar los volúmenes de extracción de frutos.
- Detectar los factores ambientales que determinan la distribución de *Leucaena. esculenta*.

En los huertos familiares

- Estimar la estructura de tamaños.
- Determinar los volúmenes de producción de frutos.
- Estimar los volúmenes de extracción de frutos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos fueron divididos en tres fases. La primera fase consistió en la realización del trabajo de gabinete, que incluyó la búsqueda bibliográfica y cartográfica de la zona de estudio y de la información acerca de *Leucaena esculenta*. La segunda fase se enfocó al trabajo de campo, con la participación del Comité de Manejo Sustentable de Colonia San Martín (COMASSAM), (UNAM, 2005). Y la tercera fase consistió en el análisis de los datos en el laboratorio de Recursos Naturales con la utilización de los sistemas de información geográfica.

#### 3.1 Área de estudio

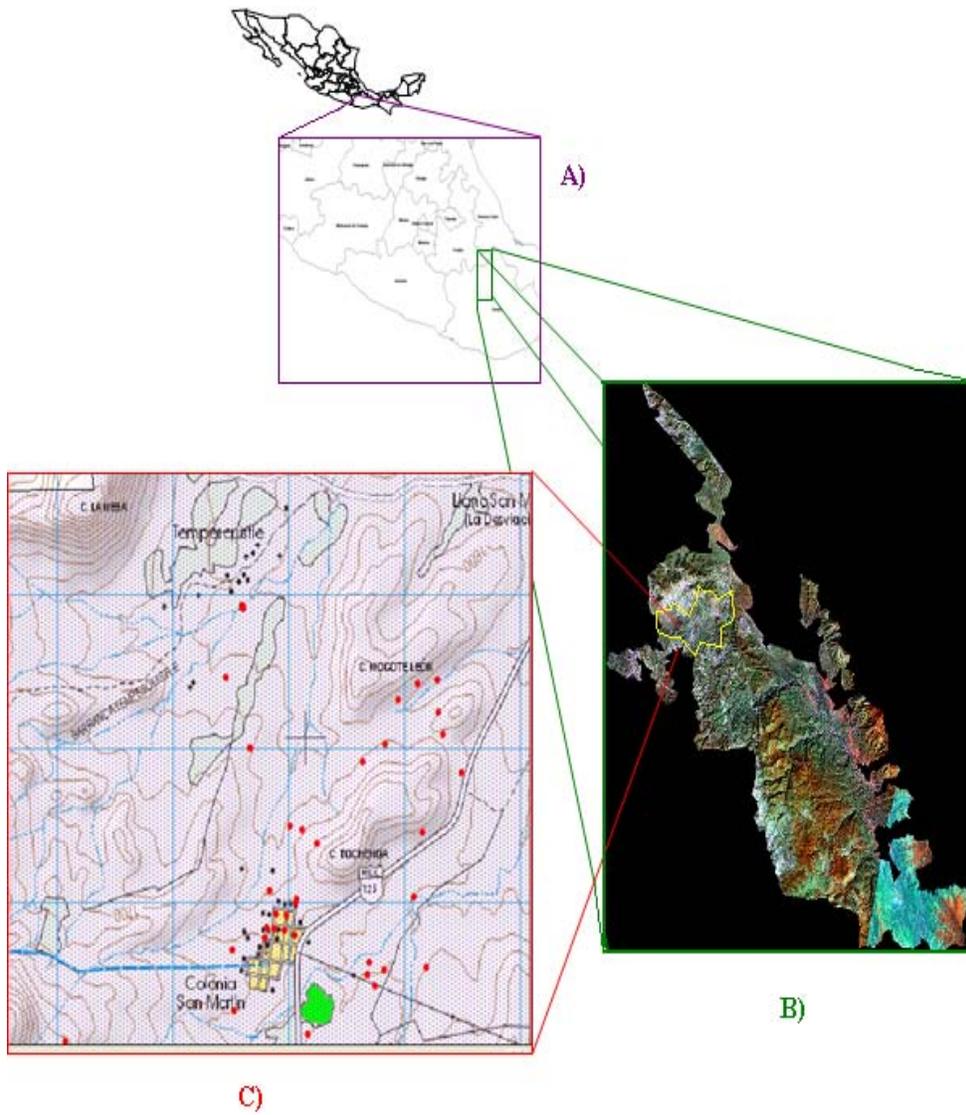
El valle de Tehuacán-Cuicatlán es considerado la zona árida y semiárida con mayor riqueza biológica de Norteamérica. En el valle existen un total de 189 familias, 922 géneros y cerca de 2700 plantas vasculares (Dávila *et al.*, 1993), de las cuales el 30% corresponde a especies endémicas (Méndez & Villaseñor, 2000).

El municipio de Zapotitlán Salinas, se localiza dentro de la RBTC al sureste del estado de Puebla y al norte del estado de Oaxaca. Está ubicada a los 18° 07' 24" y los 18° 26' 00" de latitud norte y los 97° 19' 24" y 97° 39' 06" de longitud oeste. Su superficie es de 484.77 km<sup>2</sup> y colinda al norte con Tehuacán, al sur con Caltepec, al oeste con Chilac y Mihuatlán y al este con el estado de Oaxaca (Rosas, 2006).

El clima es seco, con una temporada de lluvias en el verano. La precipitación anual es de 380 mm y el promedio de temperatura a lo largo del año es de 21.2 °C. De acuerdo con la clasificación de Köeppen, este clima es catalogado como semiseco, templado, con lluvias en verano y escasas a lo largo del año. El verano es cálido, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C, el mes más frío presenta temperaturas de -3 hasta los 18° C y el mes más caluroso presenta temperaturas superiores a los 18° C (Arias-Toledo, 2000).

Dentro del municipio de Zapotitlán Salinas se encuentra la comunidad de Colonia San Martín (Figura 1), lugar donde se llevó a cabo este estudio. Colonia San Martín se encuentra situada a 9 km. al suroeste de la cabecera del municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla, entre los 18° 16' 27.88" y los 18° 16' 28" de longitud oeste y los 97° 32' 52" y los 97° 32' 53" de latitud norte (Figura 1).

Desde una perspectiva político-administrativa, esta comunidad forma parte del Comisariado de Bienes Comunales de Zapotitlán Salinas en el municipio antes citado. Las condiciones ambientales corresponden en términos generales a las descritas para esta cuenca (UNAM, 2005). Esta comunidad al igual que la mayoría de las aledañas, es de origen Popoloca. La población actual se encuentra formada por 77 familias que representan 333 habitantes. (Macias-Cuellar *et al.*, 2004). En la población existe un alto índice de migración hacia otros sitios dentro del país y a los Estados Unidos. De hecho entre los años 2000 y 2005 ha emigrado aproximadamente el 37% de la población de la comunidad. Sus actividades principales son: la agricultura de temporal, la recolección de recursos vegetales y la ganadería, entre otras (UNAM, 2005).



**Fig. 1.** Área de estudio. A) Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, B) Comisariado de Bienes Comunales Zapotitlán Salinas, Puebla y C) Colonia San Martín.

## **3.2 Aspectos sociales**

### **3.2.1 Realización de encuestas**

El grupo de diagnóstico socio-ambiental del laboratorio de Recursos Naturales, de la Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO) de la FES-Iztacala, realizó un total de 42 encuestas dirigidas a las familias de Colonia San Martín. Estas encuestas se estructuraron para conocer las principales actividades de la población, el número de integrantes por familia, las edades de los mismos, los principales cultivos que manejan, los principales recursos que recolectan y como parte de la caracterización del sistema de recolección de leña. Como parte de este estudio se incluyeron preguntas enfocadas hacia los usos del Guaje, las partes que utilizan de él, los sectores sociales que se encargan de la recolección, los meses en los cuales se producen y recolectan los frutos. Con base en los resultados y para cubrir los objetivos sobre todo de índole económico y social, se realizaron 11 encuestas a las familias que tienen huertos de Guaje en sus hogares. Estas encuestas se enfocaron a determinar las cantidades que se extraen de vainas y bolochocos por árbol, la comercialización del mismo, los lugares de comercialización y los productos por los cuales el recurso es intercambiado. También se incluyeron preguntas para conocer la procedencia de los árboles de los huertos así como los métodos por los cuales los árboles son sembrados (Apéndice I).

### **3.3 Aspectos económicos**

#### **3.3.1 Visita al mercado local “La Purísima”**

Una vez que se identificó mediante las entrevistas, que el principal centro de comercialización de las vainas y bolochocos del Guaje es el mercado “La Purísima”, el cual se ubica en el centro de Tehuacán, se visitó este lugar durante el mes de diciembre del 2006, para conocer las medidas y precios que se manejan de estos recursos. También se compraron el mayor número posible de medidas provenientes de distintos puestos, los cuales se etiquetaron, contaron y pesaron.

De esta forma se establecieron las medidas y precios de las vainas y bolochocos vendidos en este mercado. Esto se complementó con las entrevistas, para determinar el valor comercial de los frutos del Guaje.

#### **3.3.2 Establecimiento de precios**

Con base en los precios máximos que se registraron de las diferentes medidas de vainas y bolochocos y los gramos mínimos que se pueden vender en cada medida en el mercado “La Purísima”, se realizó una comparación de precios, con el fin de determinar el precio máximo que pueden alcanzar los 100 gramos de cada producto.

### **3.4 Aspectos ambientales**

#### **3.4.1 Identificación de *Leucaena esculenta***

Para la identificación de la especie, se colectaron muestras de ramas con flores y frutos de Guaje provenientes de una población silvestre que se encuentra dentro de los límites de Colonia San Martín llamada “El Volcancillo” o “Parada Abraham” y de los huertos de Colonia San Martín. Los ejemplares fueron colocados en una prensa y secados por dos días. Después de este tiempo se procedió a la identificación hasta el nivel de especie, con la ayuda de muestras de herbario y de personal experto. El material botánico de respaldo se integró a la Colección Etnobotánica del Herbario Iztacala

#### **3.4.2 Ubicación de la población “El Volcancillo” y los Huertos de *Leucaena esculenta***

Utilizando tanto el mapeo comunitario, GPS, técnicas de percepción remota y un análisis supervisado de imágenes satelitales (Macías-Cuellar *et al.* 2004), se delimitaron y ubicaron los árboles de *L. esculenta*.

### 3.4.3 Densidad y Estructura de Tamaños

Para determinar la densidad de *Leucaena esculenta* en la población silvestre, se realizaron 8 transectos de 50 x 10 m. En cada transecto se contaron los individuos de *Guaje* encontrados y se georreferenciaron mediante el uso de GPS.

Tanto los árboles de la población silvestre como los de los huertos fueron etiquetados. Con el uso de una pértiga y flexómetros, se realizaron las mediciones de altura y de los 2 diámetros perpendiculares de la copa de los árboles. Con estos datos se calculó el volumen de cada individuo, mediante el uso de la fórmula de cono truncado (Pérez, 2002). Se decidió el uso de dicha fórmula para el cálculo de los volúmenes, debido a que fue la que mejor describía la forma de los individuos

$$V = 1/3[\pi*(r1*r2)*h]$$

En donde:

v = volumen

$\pi = 3.1416$

r1 = radio del diámetro máximo perpendicular 1

r2 = radio del diámetro máximo perpendicular 2

h = altura del árbol

Según el volumen de los árboles se establecieron nueve categorías en m<sup>3</sup>:

a) <1

d) 20-40

g) 80-100

b) 1-10

e) 40-60

h) 100-120

c) 10-20

f) 60-80

i) >120

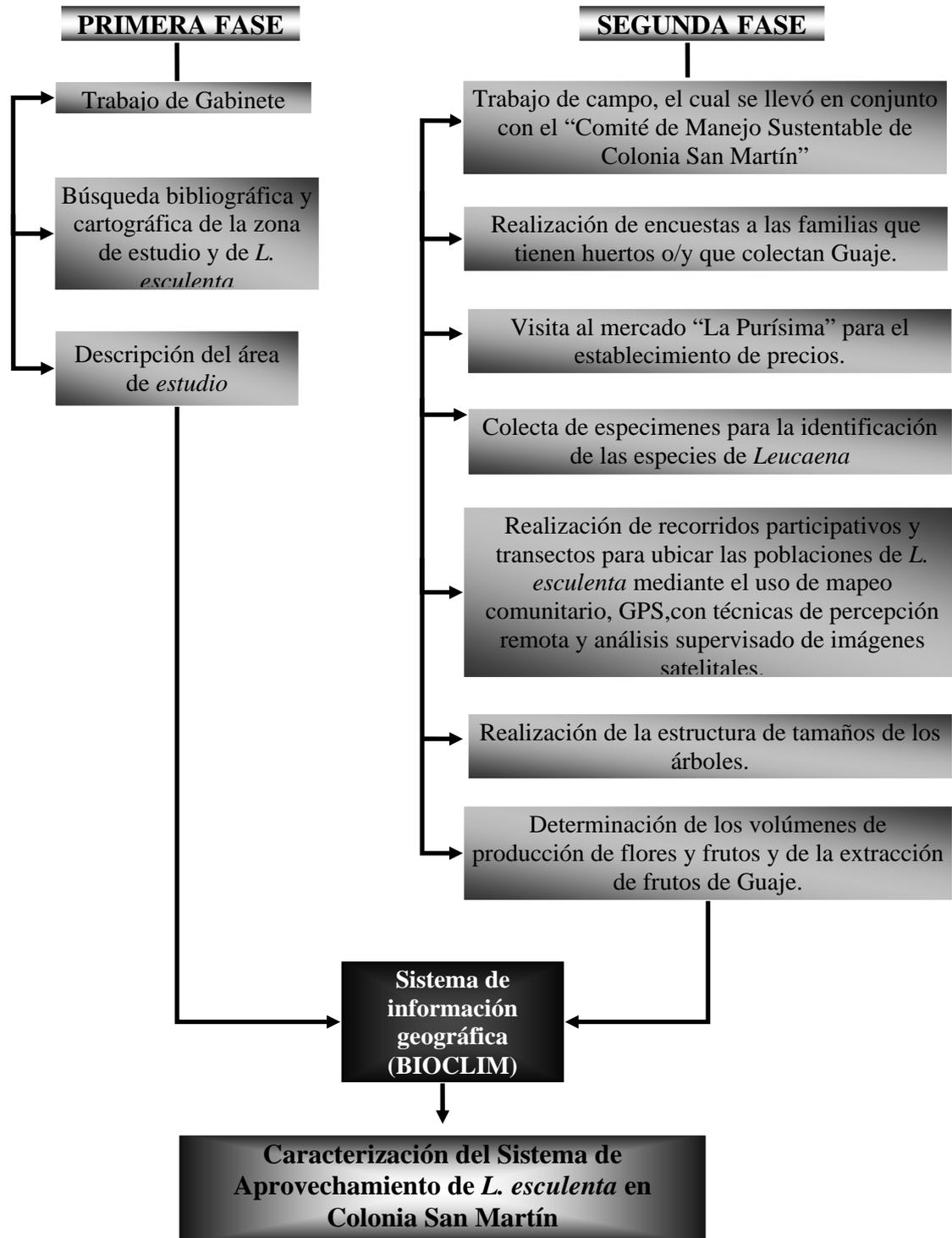
#### **3.4.4 Producción de flores y frutos**

Cada árbol georreferenciado fue dividido en ramas principales (aquellas que ramifican desde la base y dan origen a ramas de segundo y tercer orden), a una rama al azar le fue cuantificado el número de flores y frutos producidos (bolochocos y vainas). Posteriormente estos datos fueron multiplicados por el número de ramas totales, estimando así la totalidad de flores y frutos. Se utilizó un formato que se encuentra en el apéndice I y los resultados fueron complementados con las encuestas realizadas.

#### **3.4.5 Integración de la información al Sistema de Información Geográfica**

La información ambiental recabada se integró al Sistema de Información Geográfica. Se utilizó el programa BIOCLIM, el cual requiere de un modelo digital de elevación del área de estudio y de un conjunto de puntos georreferenciados que representen sitios donde la especie crece. Con esta información el BIOCLIM genera un perfil bioclimático que sintetiza las condiciones climáticas de los sitios analizados y los compara con los atributos climáticos de un conjunto de celdas generados por el Modelo Digital de Elevación. Así determina teóricamente los límites probables de la distribución de una especie. Una vez definidas las localidades con condiciones climáticas similares, BIOCLIM genera mapas que muestran áreas potenciales de distribución (Villaseñor & Téllez-Valdés, 2004).

Estas herramientas se utilizaron no solo para la generación del mapa de distribución potencial de la especie, sino también para el Análisis de Componentes Principales, el cual determina los principales parámetros bioclimáticos que determinan la presencia de los árboles de *Leucaena esculenta*. También se generó el Análisis de Conglomerados de *L. esculenta* con el fin de contar con la información sobre la similitud de las poblaciones.



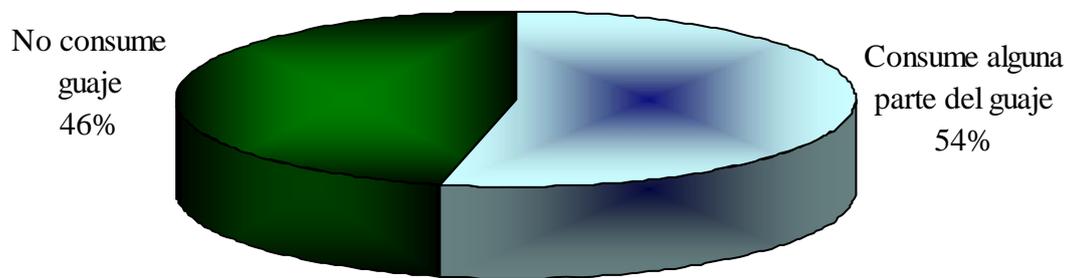
**Fig. 2** Diagrama de flujo que muestra las principales fases de la metodología.

## IV.- RESULTADOS

### 4.1.- ASPECTOS SOCIALES

#### 4.1.1 Consumo de *Leucaena esculenta*

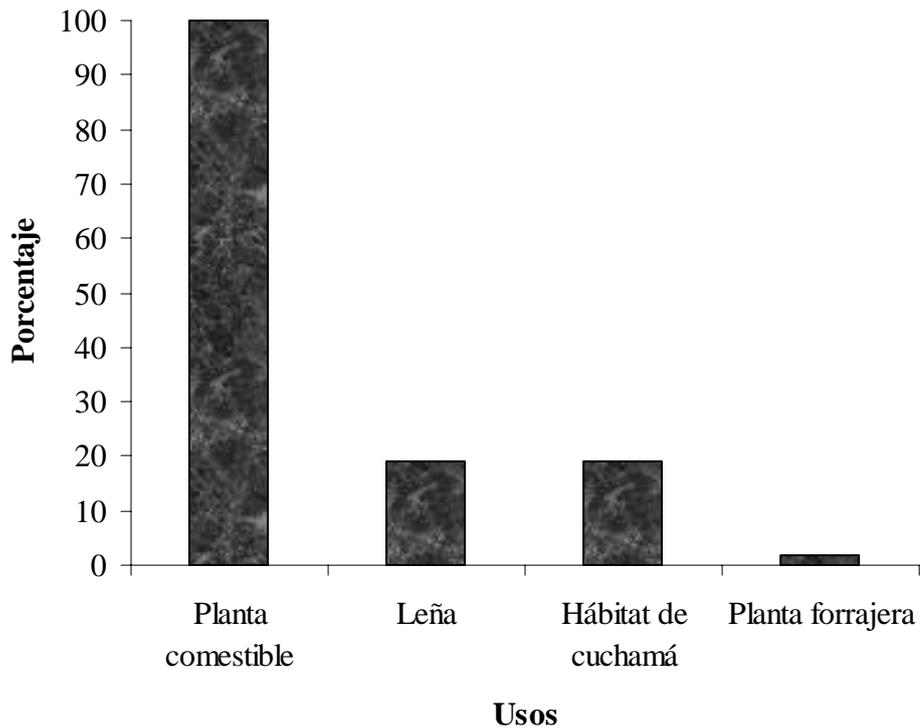
De las 65 familias que conforman la población de Colonia San Martín, solamente el 54% de ellas mencionó consumir alguna parte del Guaje(Gráfica 1).



**Gráfica 1.-** Porcentaje de la población de Colonia San Martín que consume alguna parte del Guaje.

#### 4.1.2 Usos de *Leucaena esculenta*

Del total de personas que mencionaron utilizar alguna parte del Guaje, el 100% lo usa como planta comestible. Asimismo, el 19% también mencionó que lo emplea como leña y como una especie importante para el crecimiento del Cuchamá. En menor porcentaje la especie es utilizada como una especie forrajera.



**Gráfica 2.-** Cuatro usos principales de *Leucaena esculenta* en Colonia San Martín.

### 4.1.3 Forma de consumo

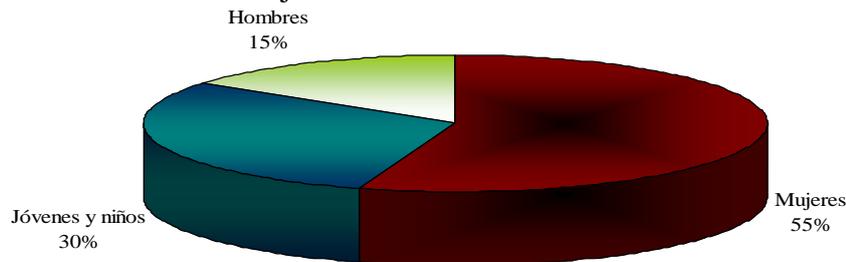
Las semillas son consumidas crudas o como condimento, tostadas con sal como botana, en salsa, en “guashmole” o “guaxmolli” (guiso a base de semillas molidas con chile y carne de puerco). También se consumen en memelitas secadas al sol y pueden ser almacenadas por tiempo indefinido para consumirse cuando el Guaje escasea. Las legumbres tiernas también son guisadas en el mole de cadera, que es un guiso típico de la región. Por su parte los “bolochocos” o “polochocos”, se consumen como botana y como condimento para los alimentos (Fig. 3).



**Fig.3** Frutos de *L. esculenta*: vainas y agallas “*bolochocos*” o “*polochocos*” en Colonia San Martín.

#### 4.1.4 Sectores sociales que recolectan los frutos de *Leucaena esculenta*.

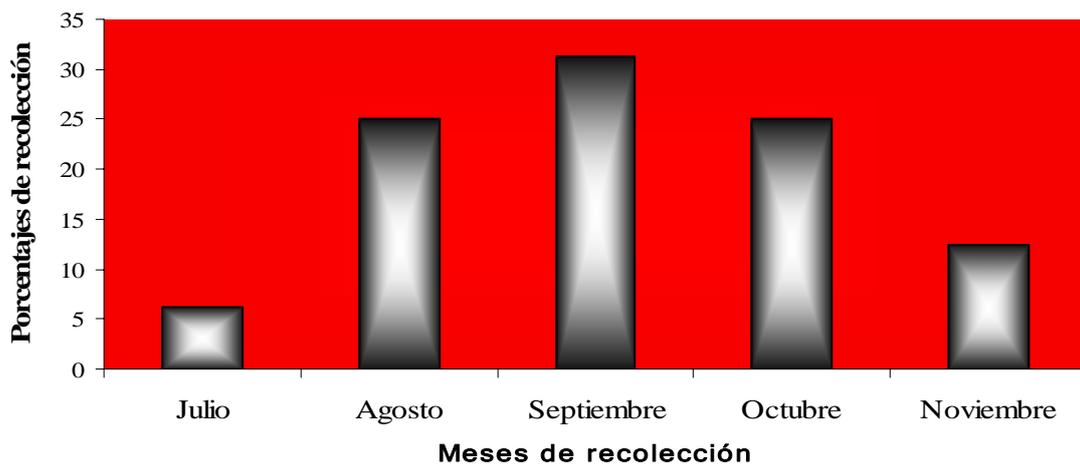
Las mujeres son las encargadas principales de la recolección de los frutos del Guaje, seguramente debido a que los recolectan de sus propios huertos y no tienen que desplazarse de sus hogares. Después de las mujeres son los jóvenes y los niños quienes más se encargan de recolectar los frutos. Evidentemente son los hombres quienes menos atienden la recolección del Guaje.



**Gráfica 3.-** Distintos sectores que se encargan de la recolección de los frutos de *Leucaena esculenta*.

#### 4.1.5 Meses de recolección

Durante cinco meses (julio-noviembre) se lleva a cabo la recolección de las vainas y los bolochocos, septiembre es el mes en el cual se lleva a cabo la mayor recolección, ya que es el mes en el cual estos frutos han alcanzado su madurez.

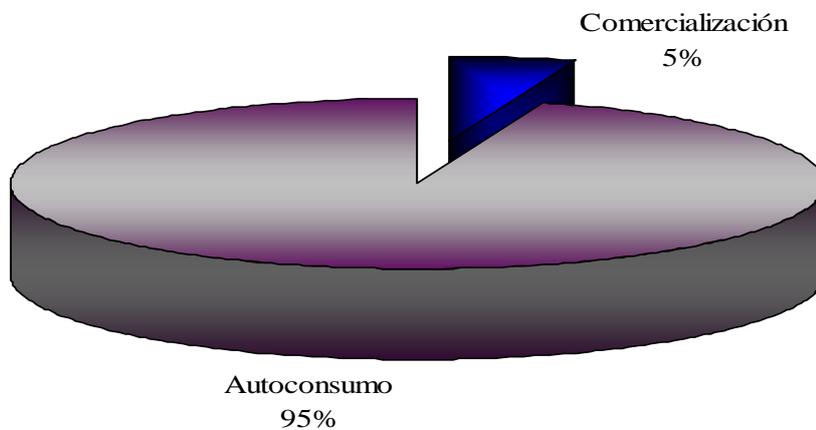


**Gráfica 4.-** Meses en los cuales se lleva a cabo la recolección de los frutos del Guaje.

## 4.2 ASPECTOS ECONÓMICOS

### 4.2.1 Comercialización del Guaje en Colonia San Martín

La mayor parte de las vainas y bolochocos recolectados son utilizados para el autoconsumo. Solamente el 5% es comercializado principalmente en el mercado de “La Purísima” y en la propia Colonia San Martín. Se observó que no todas las vainas y bolochocos son recolectados. De hecho muchos frutos se dejan secar sobre los árboles ya que es mucho el excedente de frutos que existe.



**Gráfica 5.-** Porcentaje de la población que vende los frutos de *Leucaena esculenta*.

#### 4.2.2 Medidas y precios de vainas de *Leucaena esculenta* en el mercado “La Purísima”

En el mercado “La Purísima” existen 5 medidas para comercializar las vainas de Guaje. Estas son el manajo, el plato, la canasta, la charola y el kilogramo. El manajo se compone de 8 a 15 vainas aproximadamente; las cuales se encuentran atadas por el centro, el plato de Guaje contiene más vainas que el manajo; es un plato sopero de dimensiones estándar, la charola es alrededor de cuatro veces mayor que el plato y de igual forma es llenado con las vainas del Guaje, la canasta es de mimbre de dimensiones similares a las de la charola, pero con una mayor altura y el kilogramo es la única forma de venta en la cual los Guajes son pesados.

De las cinco medidas encontradas, el manajo y el kilogramo son las dos formas más comunes de venta. El manajo osciló entre 2 y 3 pesos, el plato entre 4 y 5 pesos, la canasta costó entre 10 y 15 pesos, la charola entre los 8 y 15 pesos y por su parte el kilogramo osciló entre los 24 y 45 pesos (tabla 1).

**Tabla 1.-** Distintas medidas, precios y peso en gramos de las vainas de *Leucaena esculenta* comercializada en el mercado de “La Purísima” Tehuacán, Puebla.

Medida	Precio en pesos	Gramos
Manajo	\$2 a 3	61 a 119
Plato	\$4 a 5	80 a 90
Canasta	\$10 a 15	700 a 1200
Charola	\$8 a 15	365 a 743
1Kg.	\$24 a 45	1000

Se observó que el kilogramo es utilizado por los vendedores establecidos y el precio máximo lo alcanza cuando el Guaje es de alta calidad, es decir, cuando las vainas son mayores a los 10 cm, tienen una coloración rojiza intensa y en promedio cada vaina supera los 2 gramos. En contraste, cuando el Guaje es pequeño y delgado, más de un kilogramo puede no superar los 15 pesos, como en el caso de los Guajes que se ofrecen en canasta.

El manojito de vainas también es vendido en los puestos establecidos, y es la forma más común de trueque y de venta entre los vendedores de Guaje que se encuentran deambulando en el mercado.

#### 4.2.3 Medidas y precios de los bolochocos de *Leucaena esculenta*.

En el caso de los bolochocos, la lata, la canastita y el vaso fueron las tres medidas encontradas para su comercialización. La lata más común, es la que se emplea para enlatar atún, aunque también usan la lata chica donde se envasan chiles. La canastita es de alrededor de 15 cm de diámetro, es más grande que la lata y el vaso usado como medida es de plástico de aproximadamente 250 ml. Los precios oscilaron entre \$5 y \$10 pesos (tabla 2).

**Tabla 2.-** Precios y peso en gramos de los “bolochocos” o “polochocos” de *Leucaena esculenta* comercializados en el Mercado “La Purísima” Tehuacán, Puebla.

Medida	Precio en pesos	Gramos	Número de bolochocos
Lata	\$5	75 a 90	58 a 63
Canastita	\$10	114 a 190	195 a 226
Vaso	\$10	119 a 179	124 a 149

Los bolochocos a diferencia de las vainas, no son vendidos en los puestos fijos dentro del mercado, sino que los venden por lo regular mujeres deambulantes que los ofrecen en una canasta, ellas también se ubican en el área de trueque.

#### 4.2.4 Diferencias en los precios de vainas y bolochocos.

En la comparación de los precios de las vainas y los bolochocos, se encontró que la venta de estos últimos, es más redituable. En promedio 100 gramos de bolochocos se pueden comercializar hasta en 6.7 pesos, mientras que 100 gramos de vainas se venden a un precio máximo de 4.5 pesos (Tabla 3).

**Tabla 3.** Precio máximo por 100g de vainas y bolochocos en el mercado “La Purísima”

	Medida	Precio máximo (pesos)
Vainas	Manejo	\$3
	Plato	\$4.1
	Canasta	\$1.25
	Charola	\$4.1
	1Kg.	\$4.5
	Bolochocos	Lata
Canastita		\$6.6
Vaso		\$6.7

Como ya se refirió, existe el trueque tanto de vainas como de bolochocos. Entre los productos a intercambiar se encuentran: chayotes, ejotes, leños, cilantro, panes, calabaza, rábanos, entre otros.

#### **4.2.5 Extracción de *Leucaena esculenta***

Tomando en consideración el promedio de producción de vainas por árbol y el peso de las mismas, se estima que se puede extraer 3 kg. de vainas en promedio por cada árbol de Guaje. Esta cantidad equivale entre 72 y 135 pesos por árbol. En el caso de los bolochocos, en promedio se pueden obtener 600 g lo que equivaldría a obtener entre 36 y 40 pesos por cada árbol. En las encuestas se menciona que se pueden extraer 3 kilos de vainas por árbol, aunque se carecen de datos sobre la extracción de bolochocos.

En total se pueden obtener de 108 a 175 pesos por cada árbol, si tomamos en cuenta que en los huertos se encontraron un total de 249 árboles, esto equivaldría a obtener de 26 892 a 30 625 pesos para la comunidad, sin embargo, son de 1 344 a 1 531 lo que se obtiene ya que es solo el 5% lo que se vende.

### **4.3.- ASPECTOS AMBIENTALES**

#### **4.3.1 Identificación de *Leucaena esculenta***

Se encontraron dos especies de *Leucaena* en los huertos de Colonia San Martín, *Leucaena esculenta* (Fig. 4 y 5) y en menor grado (en una proporción 1 a 18) *Leucaena leucocephala*.

El material botánico quedó incluido en la Colección Etnobotánica del Herbario Iztacala con el número de registro IZTA 1764 (apéndice II).

Los árboles de los huertos provienen de varios lugares, tales como Zapotitlán, Tehuacán, San Sebastián, San Antonio Cañada, San Martín Atexcan, San Pedro Atzumba y de las poblaciones silvestres aledañas. La dispersión de los árboles de estas localidades hacia los huertos ha sido mediante semilla y por el acarreo de plántulas. La especie *L. leucocephala* no se encontró en las poblaciones silvestres aledañas, por lo cual debe haber sido introducida de sitios más lejanos.



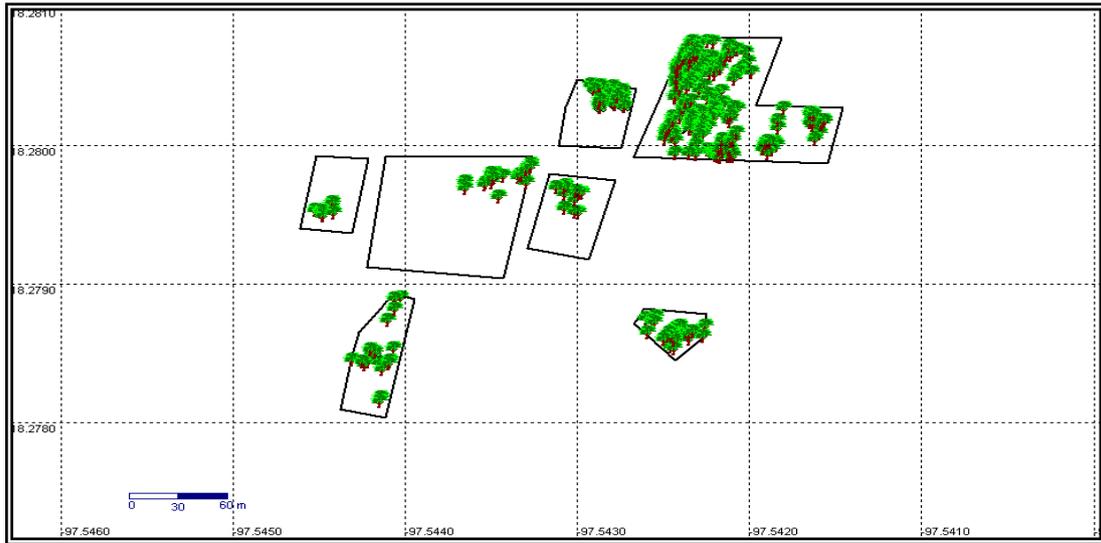
**Fig. 4.-** Huerto de *Leucaena esculenta*, Colonia San Martín.



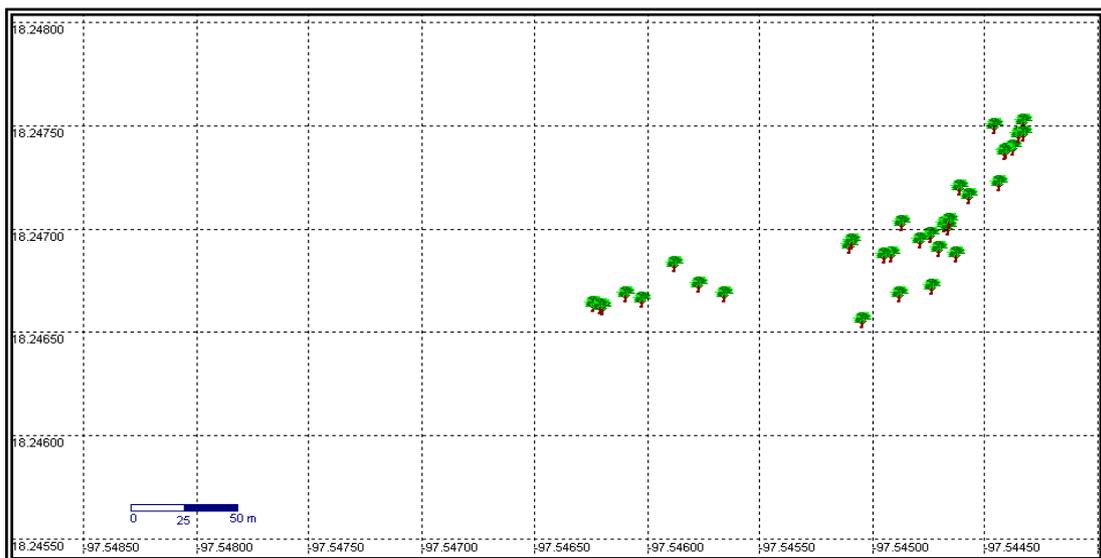
**Fig. 5.-** Flor de *Leucaena. esculenta*, Colonia San Martín.

### 4.3.2 Altitud y Georreferenciación

En los huertos de Colonia San Martín fueron georreferenciados los 7 huertos principales de Guajes (Fig. 6), los cuales se ubicaron a una altitud de 1574 a 1682 m.s.n.m. La población silvestre “El Volcancillo” que se ubica a una mayor altitud abarcó de los 1778 a los 1832 m.s. n. m. (Fig. 7).



**Figura 6.-** Mapa de la ubicación de los huertos de *Leucaena esculenta*, Colonia San Martín

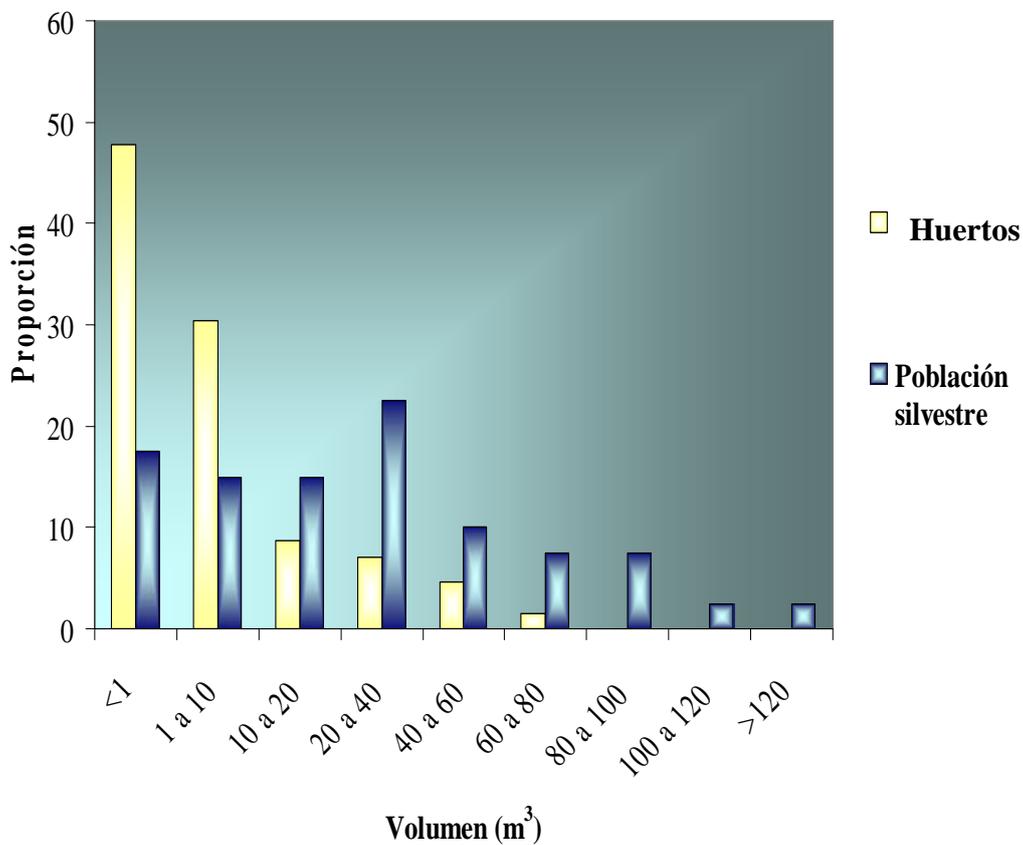


**Figura 7.-** Mapa de la ubicación de *Leucaena esculenta* en la población silvestre “El Volcancillo”, Colonia San Martín.

### 4.3.3 Densidad y Estructura de Tamaños

El número total de individuos muestreados en la población “El Volcancillo” fue de 38, encontrándose una densidad de 95 individuos por hectárea.

La mayor frecuencia relativa de Guajes en “El Volcancillo” correspondió al volumen de 20 a 40 m<sup>3</sup>, observándose inclusive en esta población algunos árboles de hasta 120 m<sup>3</sup>. De manera descriptiva se muestra que los guajes de los huertos los árboles no superan los 80 m<sup>3</sup> y que casi el 50% los conforman árboles jóvenes menores a 1 m<sup>3</sup> (Gráfica 6).

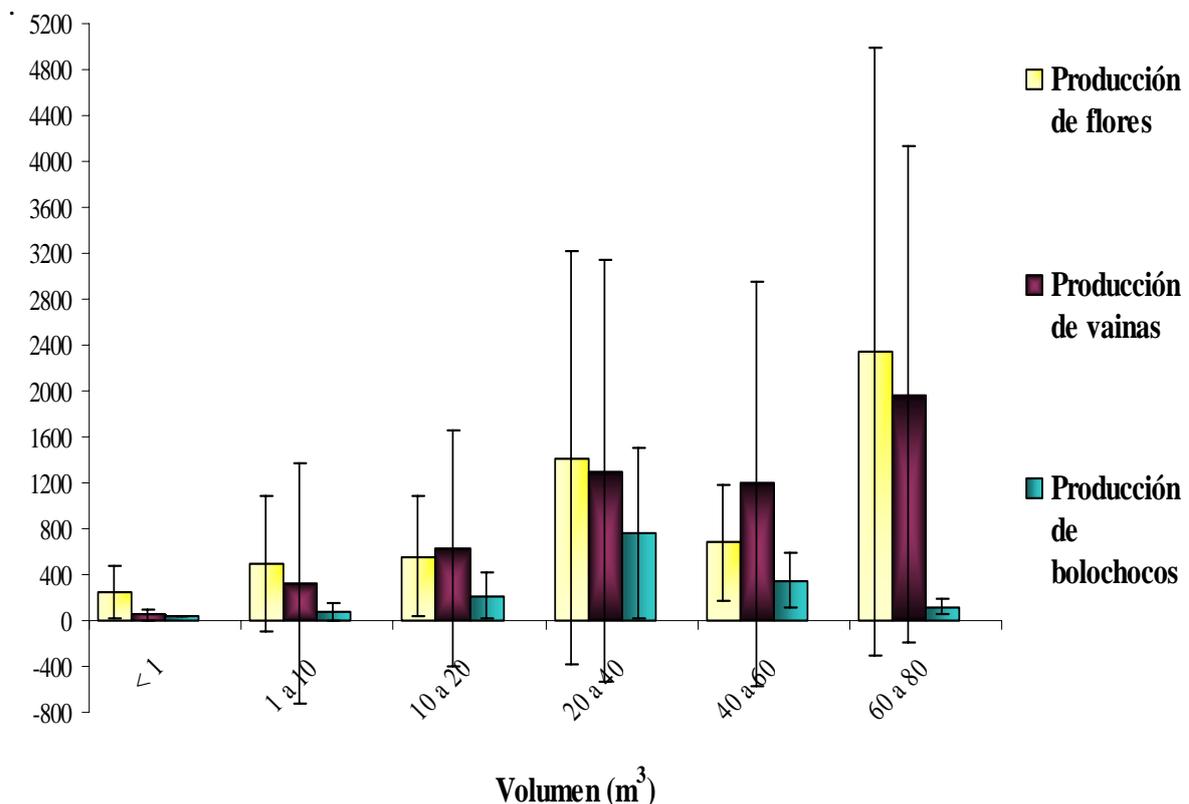


**Gráfica 6.-** Estructura de tamaños de *Leucaena esculenta* en huertos y en la población “El Volcancillo”, Colonia San Martín.

#### 4.3.4 Producción de flores, vainas y bolochocos en huertos

En los huertos la producción de flores, vainas y bolochocos comienza cuando los individuos son aún muy jóvenes y no han superado el metro cúbico de volumen, sin embargo, la producción se ve incrementada conforme aumenta el volumen de los árboles. La mayor producción de flores y vainas se observó en los árboles con mayor volumen (60 a 80 m<sup>3</sup>). En esta categoría se registró una producción de 1967 ± 2161 vainas y de 2346 ± 2654 flores.

La producción de bolochocos fue mayor en la categoría de volumen de 20 a 40 m<sup>3</sup>. En esta categoría se registró una producción de 761 ± 748 bolochocos. (Gráfica 7)

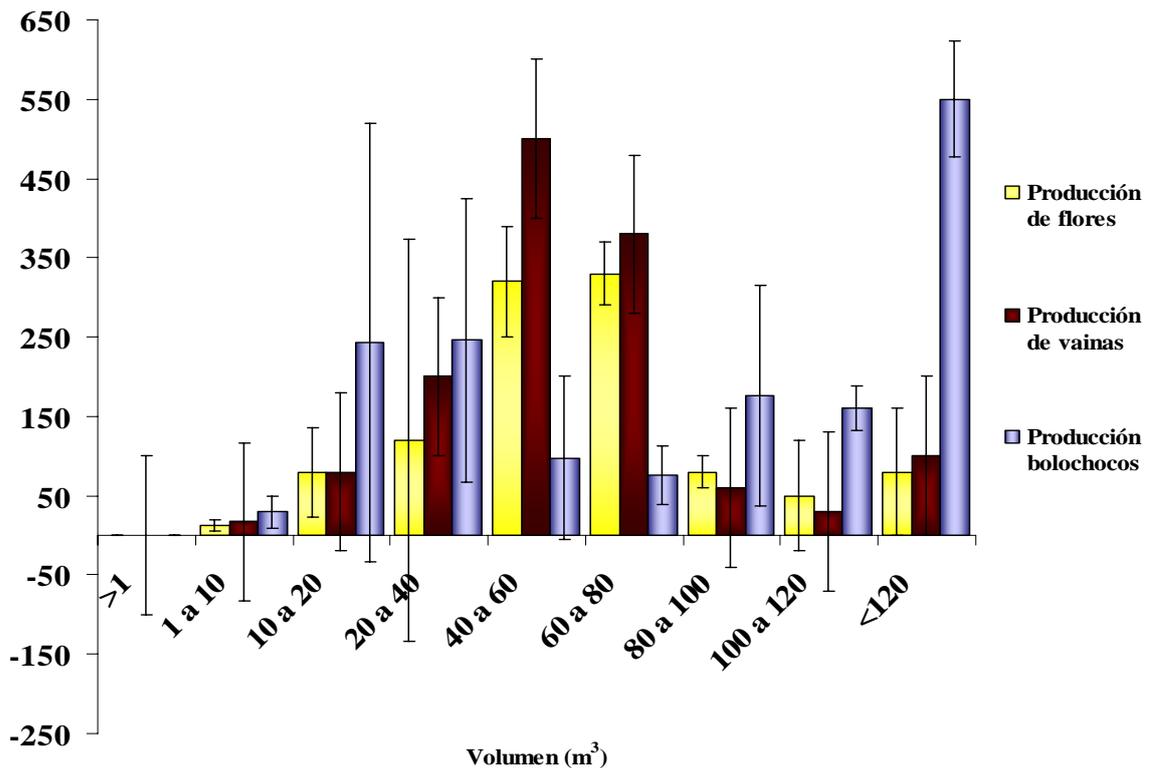


**Gráfica 7.-** Producción de flores, vainas y bolochocos en árboles de *Leucaena esculenta* en huertos, Colonia San Martín.

#### 4.3.5 Producción de flores, vainas y bolochocos en “El Volcancillo”

En esta población, a diferencia de los huertos, no existe producción de flores y frutos en individuos menores a 1 m<sup>3</sup>. Sin embargo, de igual forma la producción se da en un rango de tamaño similar, la mayor producción de flores se observó en árboles con un volumen de 60 a 80 m<sup>3</sup> con una producción de 330 ± 40 flores y el mayor número de vainas se encontró en la categoría de 40 a 60 m<sup>3</sup> con una producción de 500 ± 130.

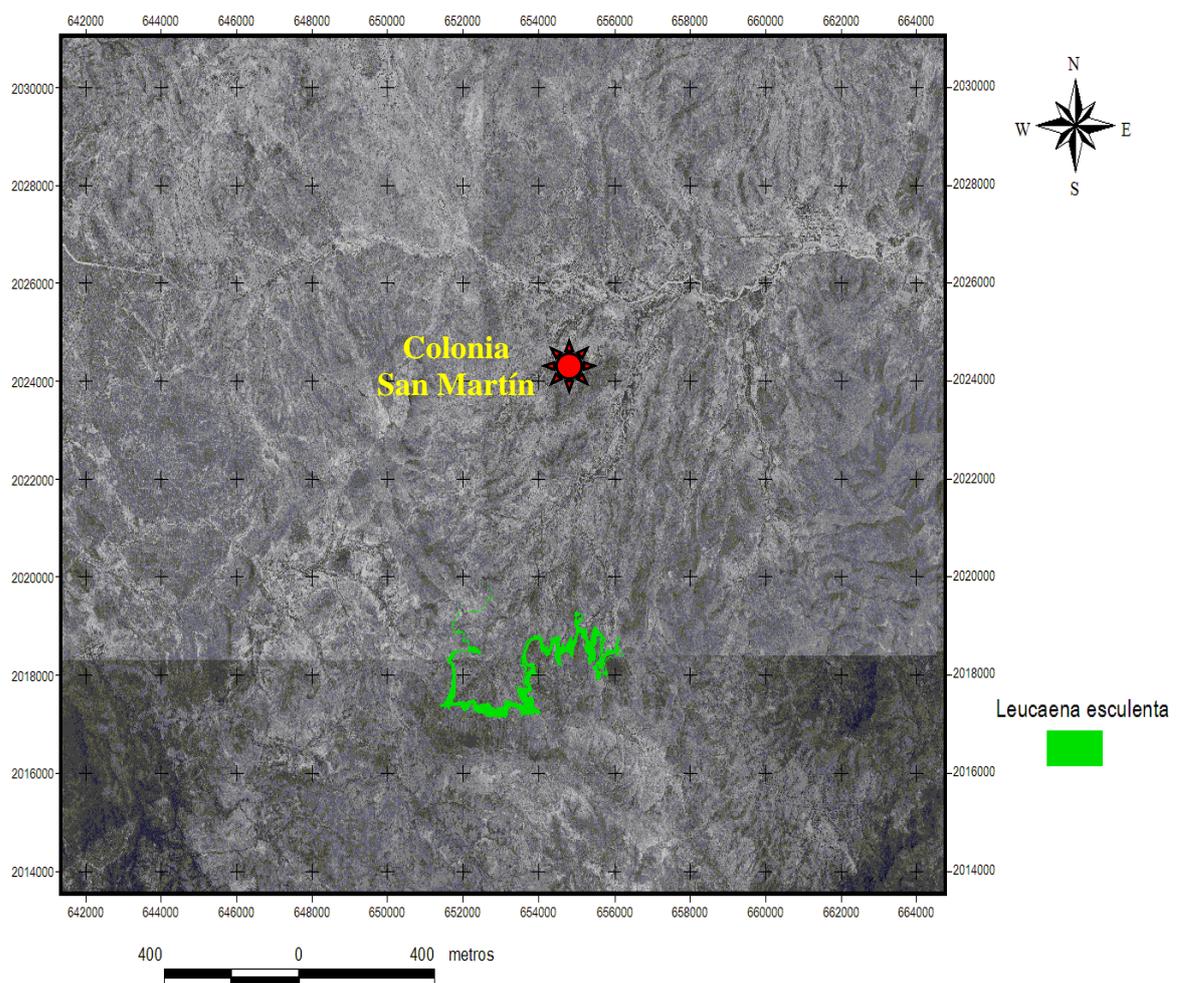
La producción de flores y vainas presentan una forma de curva normal, al igual que la estructura de tamaños. Por su parte los bolochocos fluctuaron y presentaron su mayor producción en los árboles con el mayor volumen (<120 m<sup>3</sup>). La mayor producción de bolochocos fue de 550 ± 73 (Gráfica 8)



**Gráfica 8.-** Producción de flores, vainas y bolochocos en árboles de *Leucaena esculenta*, en la población silvestre “El Volcancillo”, Colonia San Martín.

### 4.3.6 Distribución potencial de *Leucaena esculenta*

*Leucaena esculenta* presenta una distribución asociada a las zonas de barrancas por lo que se le puede considerar como parte de la vegetación riparia, ya que se encuentra en altas pendientes y en cauces de escurrimiento de lluvia de temporal. En el mapa de la figura 8 se muestra el mapa de distribución potencial; zona donde es viable que se ubiquen las poblaciones de *Leucaena esculenta*, con base en los factores climáticos que caracterizan a la población “El Volcancillo”.



**Fig. 8** Mapa de distribución potencial de *Leucaena esculenta*, Colonia San Martín.

### 4.3.7 Análisis de Componentes Principales (ACP)

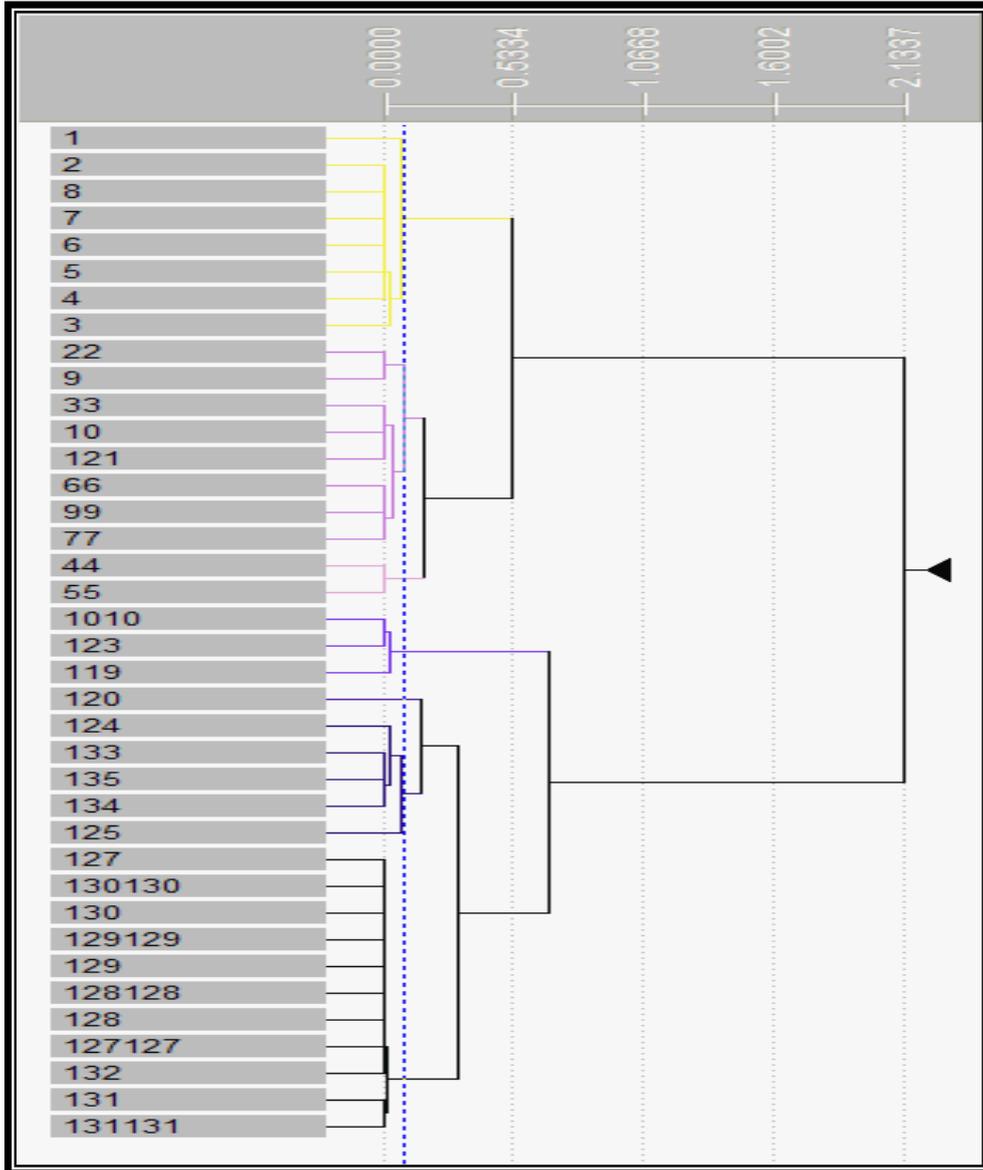
Se obtuvieron tres componentes principales, los cuales en conjunto explican en un 96.99% la distribución de *Leucaena esculenta* en “El volcancillo”. El primer componente principal estuvo formado por la precipitación anual y la temperatura promedio de los tres meses más cálidos y su porcentaje fue de 88.86 %, el segundo componente principal tuvo un porcentaje de 4.26% e incluyó la estacionalidad de la temperatura, la oscilación anual de la temperatura y la estacionalidad de la precipitación y el tercer componente principal estuvo formado por la precipitación del periodo más lluvioso con un porcentaje de 0.58%. (Tabla 4).

	CP 1	CP 2	CP 3
	Precipitación anual y la temperatura promedio de los tres meses más cálidos	Estacionalidad de la temperatura, oscilación anual de la temperatura y estacionalidad de la precipitación	Precipitación del periodo o mes más lluviosa
Eigenvalores	13,329	0,640	0,580
Porcentaje	88,859	4,266	3,868
Porcentaje acumulado	88,859	93,125	96,993

**Tabla 4.** Valores y parámetros bioclimáticos para los tres componentes principales.

#### 4.3.8 Análisis de Conglomerados

En la población de “El Volcancillo”, el análisis de conglomerados mostró que se encuentran por lo menos dos poblaciones distintas (Fig. 10).



**Fig. 9** Dendrograma de disimilitud en la población de Guajes “El Volcancillo”

## V. DISCUSIÓN

Estudios como el de Macias *et al.* (2004) indican que los pobladores de las comunidades que conforman el municipio de Zapotitlán Salinas, reconocen distintos sistemas de aprovechamiento de sus recursos naturales, siendo uno de los más importantes el de la recolección. Dentro de los recursos importantes que son recolectados en Colonia San Martín, se encuentra el Guaje Rojo cuyo consumo es de gran importancia y tradición en la comida indígena mexicana. Específicamente a *Leucaena esculenta* se le ha encontrado en estratos de hace 8 000 años en el Valle de Tehuacán (Smith, 1967), aunque no se puede afirmar que tenga el mismo tiempo en Zapotitlán.

El sistema de aprovechamiento de *Leucaena esculenta* involucra la recolección del recurso, el cual es cultivado en los terrenos de Colonia San Martín. En estos huertos los pobladores tienen una amplia gama de recursos vegetales y animales. En algunos huertos se observó la presencia de un gran número de árboles de Guaje que son utilizados especialmente como alimento, cuando estos se encuentran en fructificación. También existe la recolección de los frutos del Guaje en poblaciones aledañas, aunque ésta es limitada, ya que la llevan a cabo generalmente los pastores que aprovechan su paso por las poblaciones que no son muy accesibles.

*Leucaena esculenta* es la especie dominante de Guajes presente en los huertos y es seguida por *Leucaena leucocephala*. Existe una preferencia por el Guaje Rojo lo cual se manifiesta por el trabajo de trasplante de árboles que realiza la gente, de diferentes sitios aledaños a Colonia San Martín.

Aunque no se ahondó en las subespecies a las que pueden pertenecer los Guajes, sin embargo, por la variedad de procedencia, es posible que los árboles pertenezcan a dos de las tres subespecies existentes subespecies *esculenta* o *paniculata* que se han reportado para el estado de Puebla. Se descarta la subespecie *matudae* ya que solo se ubica en el estado de Guerrero (Zárate 1994).

Debido al uso diverso que se hace del Guaje Rojo, este puede ser considerado como una especie multiusos para la localidad. El 100 % de las personas que lo utilizan consumen las semillas y los bolochocos, lo cual coincide con lo encontrado por Casas y Caballero (1996), en la región Mixteca de Guerrero. La utilización de los frutos del Guaje como

alimento seguramente repercute favorablemente en la alimentación de la comunidad, ya que el recurso es rico en proteínas y tiamina (Casas *et al.*, 1987). Por tanto se le puede considerar como un suplemento alimenticio (Kelly & Palerm, 1952).

El segundo uso aunque menos importante de *L. esculenta* es como leña. En el trabajo realizado por Sánchez (2007), encontró que dentro de Colonia San Martín se emplean 25 especies distintas como leña. Sin embargo, no es una especie que se recolecte cotidianamente.

El tercer uso de esta especie, es como hospedera de la larva *Paradirphia fumosa* conocida como Cuchamá. Rosas (2006), señala que este insecto tiene gran importancia económica en el área de Zapotitlán y González en el 2007 encuentra que el 23% de las personas que recolectan las larvas, mencionan que estas se encuentran en los árboles de Guaje. Cabe mencionar que los pobladores señalan que las larvas de Cuchamá que crecen sobre los Guajes tiene un sabor peculiar que no a todos les es agradable. El último uso reconocido de esta especie es el consumo de las hojas y flores como forraje para el ganado caprino, sin embargo, es reducido ya que solamente el 2% menciona utilizarlo de esta manera.

El sistema de aprovechamiento del Guaje, está principalmente a cargo de las mujeres, ya que son ellas quienes predominantemente lo recolectan, sobre todo por la accesibilidad que los Guajes presentan al encontrarse en los huertos de los hogares. Las mujeres de Colonia San Martín tienen como grado máximo de estudio la secundaria y sus principales actividades son el cuidado y el abastecimiento del hogar, así como la recolección.

Jacobson (1993), enfatiza que en la economía de subsistencia las mujeres son las principales proveedoras de alimentos, combustible y agua para sus familias. Sin embargo, en Colonia San Martín se observa un mayor equilibrio entre hombres y mujeres en las actividades de abastecimiento del hogar. Otras de las principales actividades de las mujeres son la recolección, venta e intercambio de leña, así como la maquilación de ropa en sus hogares y en Zapotitlán.

Las mujeres recolectan Guaje principalmente en cinco meses del año que corresponden a la época de lluvia, los cuales abarcan de Julio a Noviembre, siendo el mes de Septiembre donde se lleva a cabo con mayor intensidad esta acción. Es decir, la temporada de producción es de 5 meses, Zárate (1994) menciona que la floración y fructificación de *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta* dura de 5 a 8 meses, de agosto a marzo y de noviembre a marzo. En Colonia San Martín la temporada de producción se encuentra reducida, posiblemente debido a la baja precipitación anual que se presenta y que no rebasa los 380 mm durante el verano (Arias-Toledo, 2000).

La lluvia es un factor que la población de Colonia San Martín considera importante para la germinación, establecimiento y fructificación de *Leucaena esculenta*. Esto coincide con los resultados del análisis de Componentes Principales, en el cual se observó que efectivamente la precipitación, junto con la temperatura, son factores que afectan de manera preponderante la distribución de *Leucaena esculenta*. Cabe mencionar que el suelo que aunque no fue evaluado, también puede estar influyendo en el establecimiento de *L. esculenta* como lo menciona Osorio *et. al.* (1996).

En general el Guaje recolectado es utilizado para autoconsumo y tan solo el 5% del total recolectado es utilizado para la venta. Este hecho se puede deber a los bajos precios a los cuales son cotizados los frutos del Guaje y posiblemente se encuentre relacionado con que cada vez menos gente acostumbra consumirlos en las ciudades.

Cuando el Guaje es de alta calidad puede alcanzar hasta los 45 pesos el Kg. y cuando tiene características fenotípicas menos favorables de tamaño y grosor, el precio decrece hasta menos de \$15 pesos el Kg.

Se observa que la venta de bolochocos puede llegar a ser más redituable que la venta de vainas ya que los 100 g. de bolochocos pueden superar en más de dos pesos los 100g. de vainas. Sin embargo, aunque el bolochoco se cotiza a un mejor precio, los árboles de Guaje producen más vainas que bolochocos. Así, se pueden obtener hasta \$135 pesos por árbol de la venta de vainas y solo \$40 pesos por árbol por los bolochocos, por lo cual sigue siendo más viable la venta de las vainas.

En Colonia San Martín la venta de los frutos del Guaje puede aumentarse, ya que en gran parte es desperdiciado y la venta puede representar un aporte económico importante para la población. Una propuesta para la venta del recurso es la formación de un comité encargado de la organización para la recolección del Guaje que pueda incluir los huertos pertenecientes a las escuelas. Asimismo se le puede dar valor agregado al producto mediante la venta de salsas o guisados, o una presentación de las semillas ya peladas, también se comienzan a vender artesanías como aretes y collares formados con las semillas secas del guaje, estos usos posiblemente aumentarían la venta del producto en el mercado principal.

La estructura de tamaños de las poblaciones muestra que los Guajes de los huertos pertenecen a una población joven que se encuentra en crecimiento, ya que los individuos no sobrepasan los 80 m<sup>3</sup> de volumen, siendo más frecuentes los que son menores a 1 m<sup>3</sup>. En los huertos de Guaje, la producción de flores, vainas y bolochocos comienza cuando los individuos son aún muy jóvenes y cuando aún no han superado el 1m<sup>3</sup> de volumen. Sin embargo, la producción se incrementa conforme aumenta el volumen de los árboles.

Cabe mencionar que los árboles cultivados son sometidos regularmente a podas, por lo cual es difícil encontrar árboles muy grandes. Además el agua proveniente del uso doméstico es desechada sobre los huertos, lo cual evidentemente ha favorecido la germinación y desarrollo de los Guajes sobre todo en las fases juveniles.

Por otro lado algunos árboles silvestres presentan tamaños mayores que pueden superar los 120 m<sup>3</sup>. En este caso la producción comienza cuando los árboles ya tienen un tamaño de 1 a 10 m<sup>3</sup>. Esta diferencia de producción de *Leucaena esculenta* se puede deber a un proceso de domesticación que se está llevando a cabo en los huertos de Colonia San Martín, en el cual se están seleccionando los mejores fenotipos y los que presentan una producción mayor. Asimismo, se está ayudando mediante el riego al establecimiento de los árboles (Casas & Caballero, 1996), posiblemente esta situación del riego explica que en los huertos la producción de frutos es más temprana y la cantidad de ellos mayor.

La distribución potencial de la especie abarca regiones que concuerdan con pendientes pronunciadas en cauces de temporal y en vegetación riparia. Zárate (1994) menciona que el tipo de dispersión silvestre de *Leucaena* es lenta. En esta dispersión influyen además de la gravedad para la caída de las semillas, el arrastre de agua de los escurrimientos, dispersión, particularmente cuando las poblaciones se encuentran en sitios rocosos con pendientes pronunciadas.

El sistema de aprovechamiento de *Leucaena esculenta* se conforma de factores ambientales que, a pesar de estar limitados principalmente por la escasez de agua y la temperatura, están permitiendo el desarrollo de los árboles de Guaje en zonas de escurrimiento. Los principales factores sociales del sistema de aprovechamiento son la repartición de la recolección en tres sectores, encabezado principalmente por las mujeres. Los pocos beneficios económicos que *Leucaena esculenta* representa, podrían optimizarse y ser aprovechados para beneficio de Colonia San Martín.

*Leucaena esculenta* se puede considerar un recurso en el cual el aprovechamiento es sustentable, ya que el recurso se encuentra en buen estado poblacional.

## VI. CONCLUSIONES

El sistema de aprovechamiento de *Leucaena esculenta* se puede considerar sustentable, ya que la población silvestre que fue evaluada se encuentra en buen estado poblacional y los Guajes de los huertos se están incrementando. Además de la existencia de un excedente de frutos no recolectados, sin embargo, queda pendiente la creación de un plan de manejo y la evaluación de otras poblaciones de Guaje de difícil acceso dentro de la misma localidad. Por lo que se abre la pauta para la realización de más estudios al respecto.

El Guaje Rojo es una especie multiusos de gran importancia para Colonia San Martín. El enfoque social, económico y ambiental con el que fue realizado este trabajo permitió obtener información que puede servir de base para la realización de un plan de manejo sustentable de este recurso, el cual que logre brindar un ingreso económico extra a las familias de la comunidad.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Arias-Toledo, A. 2000. Las plantas de Zapotitlán Salinas, Puebla: Un folleto de divulgación y conservación. Tesis Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 126 p.
- ❖ Casas, F. A., Viveros J. L., Kats, E. & Caballero, J. 1987. Las plantas en la alimentación Mixteca: Una aproximación etnobotánica. *América Indígena* 47(2): 317-343.
- ❖ Casas, F. A. 1992. Etnobotánica y procesos de domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. et Seseé) ex A. D. C.) Benth. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias-UNAM. 233 p.
- ❖ Casas, A. & J., Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec Region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany* 50(2): 167-181
- ❖ Cano, F. M. 2005. Investigación Participativa: inicios y desarrollo. México. 4 p.
- ❖ Cervantes, V., Carabias, J. & Vázquez-Yanes, C. 1995. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management* 82: 171-184.
- ❖ De Witt, T. & Gianotten, V. 1988. Investigación participativa en un contexto de economía campesina. La investigación participativa en América Latina. CENAPRO. Holanda.
- ❖ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Programa para el Análisis Socioeconómico y de Género: Manual de Campo. FAO. Roma, Italia. 139 p.
- ❖ Felker, P., Sorensson, C. T., Ueckert, D., Jacoby, P., Singer, E. & Ohm, R. 1999. Growth, cold-hardiness, protein content, and digestibility of 70 *Leucaena* seedlots on three sites in Texas, USA. *Agroforestry Systems* 42: 159–179.

- ❖ González, A. E. 2007. Análisis de la Distribución espacio-temporal del “cuchama” (*Paradirphia fumosa*, Lepidóptera, Felder, 1874) y de los factores socioambientales correlacionados, en Colonia San Martín, Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura en proceso. UNAM-FES Iztacala.
- ❖ Grether, R., Martínez-Bernal, A., Luckow, M. & Zárate, S. 2006. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Mimosaceae Tribu Mimoseae. UNAM. 44: 1-118.
- ❖ <http://www.ine.gob.mx>. Página del Instituto Nacional de Ecología.
- ❖ Isely, D. 1982. Leguminosae and *Homo sapiens*. *Economic Botany* 36(1) 46-70.
- ❖ Jacobson & Jodi L. 1993. "Closing the Gender Gap in Development", State of the World, A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society, W. W. Norton & Co., New York. 61-79 p.
- ❖ Kelly, I. Palerm, A. 1952. The Tajin Totonac. Inst. of Social Anthropol. Pub. Núm. 13 . Smithsonian Institution. Washington.
- ❖ Lalitha, K &. Rajendra, K. S. 2003. Determination of mimosine by a sensitive indirect spectrophotometric method. India. Elsevier.
- ❖ Lelé, S. 1991. Sustainable development, a critical review. Energy & Resources Group. University of California. Berkeley.
- ❖ Macías-Cuellar. 2004. Estudio de los sistemas de aprovechamiento de recursos naturales en cuatro comunidades de la cuenca baja del río Zapotitlán, Puebla. México. UNAM-Iztacala.
- ❖ Macías-Cuellar, H.; Téllez, V. O.; Dávila, A. P. & Casas F. A. 2006. Los estudios de sustentabilidad. Centro de Investigaciones en Ecosistemas 16 p.

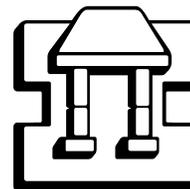
- ❖ Osorio, O., Valiente-Banuet, A., Dávila, A. P. & Medina, R. 1996. Tipos de Vegetación y Diversidad  $\beta$  en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 59:35-38
- ❖ Paredes, F. M. 2001. Contribución al Estudio Etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM. 104 p.
- ❖ Pérez, N. S. E. 2002. Etnobotánica y aspectos ecológicos de las Ruiz plantas útiles de Santiago Quioytepec, Cuicatlán, Oaxaca.
- ❖ Pound, B., & Martínez, C. L. 1983. *Leucaena* its cultivation and uses. Edit. Corripio. Santo Domingo, República dominicana. 287 p.
- ❖ Ramírez, L. M. A., Rosas, L. R., Sánchez-Paredes, L., Macias-Cuellar H. & Dávila, A. P. 2007. Caracterización socioambiental de la recolección de plantas comestibles en Colonia San Martín, Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis en proceso. UNAM-FES Iztacala.
- ❖ Rosas, L. R. 2006. Aspectos etnobotánicos y demográficos de *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pavón) Hawkins, especie útil de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. UNAM. FES-Iztacala. 75 p.
- ❖ Sánchez, P. L. 2007. Diagnostico y Consecuencias Ecológicas de la Extracción y Consumo de la leña en Colonia San Martín, Valle de Zapotitlán, Pue. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. UNAM-FES Iztacala. 60 p.
- ❖ Smith, C. E. 1967 The prehistory of the Tehuacan Valley. Plant remains. University of Texas Press, Austin, Texas. 220-225 p.
- ❖ Sprent, J. I. 1995. Legume trees and shrubs in the tropics: N<sub>2</sub> fixation in perspective. *Soil Biol. Biochem.* 27: 401-40.

- ❖ Toledo, M. V. & Solís, L. 2001. Ciencia para los pobres; el programa “agua para siempre” de la región mixteca. *Ciencias* (64):33-39.
- ❖ UNAM. 2005. Macroproyecto “Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano” (SDEI-PTID-02).
- ❖ Valiente-Banuet, A., Casas, A., Alcántara, A., Dávila, P., Flores-Hernández, N., del Coro, A. M., Villaseñor, J. L. & Ortega, R. J. 2000. La Vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Bol. Soc. Bot. México* 67:24-74.
- ❖ Villaseñor, J. L. & Téllez-Valdés O. 2004. Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 75(2): 204-220.
- ❖ Zárate, P. S. 1994. Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 65(2): 83-162.
- ❖ Zárate, P. S. 1998. La domesticación de *Leucaena* (Fabaceae, Mimosoideae) en México. *Bol. Soc. Bot. México* 62:141-155.
- ❖ Zárate, P. S., Pérez-Nasser N. & Casas, A. 2005. Genetics of wild and managed populations of *Leucaena esculenta* subsp. *esculenta* (Fabaceae; Mimosoideae) in La Montaña of Guerrero, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 52: 941–957.

## APÉNDICE I

Encuesta estructurada dirigida a los pobladores de Colonia San Martín que tienen huertos de Guajes.

---



**Macroproyecto: Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano**  
**Grupo de trabajo: Caracterización socioambiental FES-IZTACALA UNAM**

### **Encuesta sobre Guaje.**

Nombre:

Familia:

Fecha:

- 1.- ¿Qué cantidad de Guaje extrae de cada árbol?
  
- 2.- ¿Cuánto de lo que extrae comercializa (venta o intercambio)?
  
- 3.- ¿En dónde lo comercializa?
  
- 4.- ¿Qué recibe a cambio del Guaje?
  
- 5.- ¿Los Guajes de su huerto los sembró por esqueje, por semilla o por planta?
  
- 6.- ¿De donde provienen los Guajes de su huerto?

Formato utilizado para la georreferenciación y determinación de los volúmenes de producción de los Guajes.

---

<i>Poblaciones de Guaje</i>							
<b>FECHA:</b>	<b>Huerto o población silvestre:</b>						
<b>GPS:</b>	<b># de árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>No. de ramas principales</b>	<b>Flores/rama</b>	<b>Frutos/rama</b>
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos
							Vainas Bolochochos

## APÉNDICE II



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
**HERBARIO IZTACALA**



HI/16/2007

P. DE BIÓL. ELIZABETH LEÓN AGUILAR,  
P R E S E N T E .

Por este conducto informo a usted que el material botánico de respaldo producto del Proyecto de Tesis de Licenciatura intitulado: “**Caracterización del sistema de aprovechamiento del guaje rojo *Leucaena esculenta* Benth. en Colonia San Martín, Zapotitlán Salinas, Puebla**”, realizado en la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) de esta Facultad, bajo la dirección de la Dra. Patricia Dávila Aranda, ha sido integrado a la Colección Etnobotánica del Herbario Iztacala con el siguiente número de registro:

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NO. REGISTRO
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	FABACEAE	IZTA 1764

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”  
Los Reyes Iztacala, Méx., 6 de diciembre de 2007

BIÓL. MA. EDITH LÓPEZ VILAFRANCO  
RESPONSABLE DEL HERBARIO IZTA

