



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“Aspectos demográficos de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox*,  
especies utilizadas como leña en Colonia San Martín, Zapotitlán Salinas,  
Puebla.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A N:

MARIA LUISA GARCIA MARTINEZ  
Y  
MARICELA TAPIA MOSQUEDA



DIRECTOR DE TESIS: Dr. Rafael Lira Saade

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO

2007.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

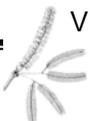
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.



*Los árboles me dan un poco de miedo.  
Son tan hermosos.*

*Jorge Luis Borges La Dicha, 1981.*





---

## Agradecimientos

A mi familia

A mi Papá (Peluso) por su confianza, ternura, paciencia, amor y apoyo incondicional.

A mi guía, maestra, amiga y Mamá por su cariño, cuidados y atenciones.

A mis hermanitos y cómplices Adri y Pepe, los adoro "suertudotes".

A mis abuelos (Ose, Porfirita y Don Roberto) que son lo máximo y mis consentidos.

Y a mi compañera y amiga Luísa por dar este paso y lograrlo juntas, además por todo lo que nos hemos divertido, sufrido y reído, no hubiera sido igual sin ti.

Gracias, Señor, por todo lo que me das.

Gracias, por las penas y alegrías,  
por la sonrisa amable y el amor.

Gracias, Señor, por las flores, las estrellas y las almas buenas.

Y gracias por darme esta familia tan hermosa, con la cual puedo compartir todos tus dones y que han reforzado en mí todas tus enseñanzas.

MARU





---

A mi súper equipo estrella, de amigas y compañeras de viaje, risas, aventuras, lágrimas, retos y todo eso que pasamos juntas. A Lolis, Luisa, Marianita, Rosa y Rubí. También a Ivon, Violeta, Ponchito y Niño (Fernando Ayala Niño).

A Poncho cuantas veces nos sacaste de apuros a Luisa y a mí, me diste atención, tiempo, cuidados, cariño y compartiste tus sueños conmigo.

A mi gran amigo Jorge Flores por su dedicación y cariño a "chiquis" y por aguantarme todo este tiempo.

También a todos mis compañeros y amigos del Laboratorio de Recursos Naturales a Ángeles, Tanya, Leo, Rocío, Martín e Isabelle. Por divertirnos juntos y también por el trabajo.

*Maricela*



---

*Ami Familia...*

*Pedi fuerza...  
y Dios me dio dificultades para hacerme fuerte.  
Pedi sabiduría...  
y Dios me dio problemas para resolver.  
Pedi valor...  
y Dios me dio obstáculos para superar.  
Pedi amor...  
y Dios me dio personas con problemas a las cuales ayudar.  
Pedi favores...  
y Dios me dio oportunidades.  
No recibí nada de lo que pedí...  
Pero he recibido todo lo que necesitaba."*

**Má:** porque sin ti no hubiera tenido la fuerza de enfrentar todas las pruebas que Dios me ha puesto, por que se que siempre y en cada decisión tengo tu apoyo, por tu gran ejemplo de humildad...por ser el motor de esta **Maravillosa Familia**.

**Pá:** por ser quien eres, por tus risas, por tus regaños, por tu ejemplo, por permitirme ser quien soy, por haber educado a 6 personas de bien, con metas bien definidas.

...porque me entendieron y me dieron su apoyo cuando nadie mas lo entendió...  
...porque siempre estuvieron, están y se que siempre estarán...

**Gracias...los quiero mucho.**





---

A mis hermanos porque cada uno de ustedes me han dado un ejemplo de vida:  
**Adriana**, por tu perseverancia; **Miguel**, por tu fortaleza; **Ricardo**, por tu nobleza;  
**Rodrigo**, por tu inteligencia y **Mónica**, por tu gran bondad...

A mi sobrina **Dulce**, por llegar iluminar nuestras vidas...

Me haría falta escribir otra tesis para describir cada una sus cualidades...  
pero solo quiero decirles que ustedes son **ESENCIALES** en mi vida  
y me siento muy afortunada de tenerlos.  
Y recuerden que es un orgullo ser un García.

También quiero dedicar este trabajo a la memoria  
de mi madrina Maura (q.e.p.d.), te extraño...

*...por lo que ha sido y será...*

*G.P.A.S.A.S...*

Y no podía dejar a un lado a mi otra familia (porque las familias no son biológicas):

A mi gemela malvada Maricela, sin ti no lo hubiera podido lograr, fue complicado,  
pero lo hicimos, gracias por siempre y a pesar de todo estar ahí, TKM

A mi otra hermana Maritza, que se que aunque estemos lejos, siempre estas  
conmigo...

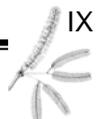
A mis queridas amigas Lolis, Rosita y Mariana, por todo su cariño y apoyo (recuerden  
que juntas somos lo máximo), a mi mejor amigo Fernando "el Niño" (gracias amiguito, TKM) y a  
Poncho.

A mis nuevos amigos: Martín, Rocio, Isabelle, Tanya, Ángeles, Lalo y Rafael Lira...

...de cada uno me llevo algo, pero ustedes se quedan con una parte  
de mi corazón...

---

LUISA



IX



---

## AGRADECIMIENTOS

Al Macroproyecto: Manejo de Ecosistemas y Desarrollo humano (SDEI-PTID-02), apoyado por la Secretaria de Desarrollo Institucional de la UNAM.

A la Dra. Patricia D. Dávila Aranda, al Dr. Héctor Godínez Álvarez, al Dr. Daniel Tejero, a la Dra. Silvia Aguilar Rodríguez y al Dr. Rafael Lira Saade, por sus comentarios y aportaciones a nuestro trabajo de tesis.

A todos los habitantes de Colonia San Martín por abrirnos las puertas de sus casas, por la confianza, el apoyo y el tiempo que nos dedicaron.

Al Comité de Manejo Sustentable de Colonia San Martín, especialmente a Pablo, don Nino, don Rufino, don Joel, Raúl, Miguel, Diego, Karina, Agus, Tere, Jorge, Victorino por compartir con nosotros sus experiencias, su tiempo y aguantar esas largas horas de trabajo, gracias por esas ricas comidas que compartieron con nosotras, gracias por el empeño para la realización de este proyecto.

A las señoras, Margarita Flores, Rufina Barragán, Marina Mendoza, Angélica Hernández, Marcelina Reyes, Gloria Rosa Barragán y Rosalba Montiel por permitirnos documentar la elaboración de las galletas

A Doña Lidia por su tiempo y pláticas.

Y especialmente quisiéramos agradecer a dos personas que fueron muy importantes a nivel personal para nosotras, a Doña Mago y al Profe Joel, muchas gracias por sus consejos, por sus pláticas, por el cariño que siempre nos demostraron, por ser tan buenas personas con nosotras, no tan solo nos abrieron las puertas de sus casa si no también de su corazón, gracias por hacer nuestra estancia más agradable, porque le dieron otro sentido a nuestro trabajo porque de ustedes aprendimos mucho y nunca habrá palabras para agradecerles.

También quisiéramos agradecer al Laboratorio de Recursos Naturales, al Equipo de Diagnóstico Socio Ambiental por su apoyo para la realización a este trabajo, por la integración a la comunidad y por compartir con nosotras sus conocimientos, especialmente agradecemos al Biol. Humberto Macias Cuellar y al M. en C. Leobardo Sánchez Paredes. Y por supuesto a los chavos en un principio integraron este equipo de trabajo a Lalo, Yazid, Ángeles, Tanya y Lolita. Quisiéramos agradecer especialmente a Tanya y Ángeles por el apoyo que siempre nos brindaron, por compartir esas largas horas de trabajo bajo ese intenso sol, por las pláticas, las risas y por convertirse en unas amigas para nosotras.

Y por supuesto a M. en C. Rocio Rosas López por las horas de dedicación hacia nosotras, por tu apoyo siempre que recurrimos a ti, por tus ocurrencias que nos hicieron más ameno el trabajo y también por tus consejos, por compartir tantas experiencias con nosotras y claro por ser nuestra Amiga y Mamá académica (te queremos Chio)





---

Y no podíamos dejar de mencionar a nuestro gran amigo el M. en C. Martín Paredes Flores, por estar ahí siempre que te necesitamos, por escucharnos, por ser un excelente maestro de campo, pero un mucho mejor amigo, por todo tu apoyo, por todos tus consejos y tu tiempo, te queremos Martín.

A nuestro ogro particular el Dr. Rafael Lira Saade, por el apoyo para realizar este trabajo, por las palabras de aliento, por las porras, por toda la presión que ejerció sobre nosotras para ser mejores. Lo quieren sus niñas.

Al Doctor Héctor Godínez por sus sugerencias y disposición para aclarar las dudas con respecto a nuestro trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma nos ayudaron: al Dr. Oswaldo Téllez, Isabelle, Cesar Montemayor, Juanita, Isela y a la enorme lista de personas que faltan ¡es que no cabe!.

Al Laboratorio de Fisiología Vegetal, a la Profa. Josefina Vázquez Medrano y al Dr. Cesar Mateo Flores por su apoyo en la realización de los experimentos de germinación.

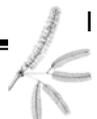
A Martín Paredes por los dibujos de flores de Manteco y Mezquite, a Rocio Rosas por la traducción del resumen al inglés y a Victor Alfonso Martínez por la asesoría en el manejo de algunos programas.



---

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
OBJETIVO GENERAL .....	7
Objetivos Particulares.....	7
HIPÓTESIS.....	8
ÁREA DE ESTUDIO .....	9
DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.....	10
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd) M.C. Johnst. ....	10
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) J. Hawkins .....	12
MATERIAL Y MÉTODOS .....	14
* Censos de vegetación.....	18
* Densidad y Estructura de tamaños .....	19
* Reproducción.....	20
* Germinación en laboratorio .....	21
* Potencial de aprovechamiento de Leña.....	22
* Ruta Reproductiva.....	22
RESULTADOS.....	23
Aspectos generales de la colecta de leña.....	23
Preferencia de especies como leña .....	24
Censos de vegetación.....	25
Densidad y Estructura Poblacional.....	27
Probabilidad de Reproducción, Producción de Flores y Frutos.....	30
Producción de semillas .....	40
Depredación de semillas.....	42
Germinación en Laboratorio .....	43
Cantidad potencial de aprovechamiento de leña .....	45
Modelos de Flujo Numérico .....	47
DISCUSIÓN.....	53
CONCLUSIONES .....	62
BIBLIOGRAFÍA .....	64
ANEXO 1 .....	74
ANEXO 2 .....	75
ANEXO 3.....	77
ANEXO 4.....	80
ANEXO 5 .....	83





---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio .....	9
Figura 2. Árbol, flores y frutos de <i>Prosopis laevigata</i> .....	11
Figura 3. Árbol, flores y frutos de <i>Parkinsonia praecox</i> .....	13
Figura 4. Larva del Insecto <i>Paradirphia fumosa</i> (Lepidoptera), .....	13
Figura 5. Vista de la población La Reforestación.....	16
Figura 6. Vista de la población Mogote de León.....	16
Figura 7. Vista de la población La Mantequera.....	17
Figura 8. Vista de la población La Cooperativa .....	17
Figura 9. Estructura de tamaños de <i>Prosopis laevigata</i> en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción .....	29
Figura 10. Estructura de tamaños de <i>Parkinsonia praecox</i> en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción .....	30
Figura 11. Probabilidad de reproducción de <i>Prosopis laevigata</i> en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción. ....	31
Figura 12. Probabilidad de reproducción de <i>Parkinsonia praecox</i> en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción. ....	32
Figura 13. Producción de flores de <i>Prosopis laevigata</i> en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción. ....	33
Figura 14. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de flores producidas por <i>P. laevigata</i> (n=102).....	34
Figura 15. Producción de flores de <i>Parkinsonia praecox</i> en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción. ....	35
Figura 16. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de flores producidas por <i>P. praecox</i> (n=163). ....	36
Figura 17. Producción de frutos de <i>Prosopis laevigata</i> en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción. ....	37
Figura 18. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de frutos producidos por <i>P. laevigata</i> (n=77).....	38
Figura 19. Producción de frutos de <i>Parkinsonia praecox</i> en cuatro diferentes niveles de extracción. ....	39
Figura 20. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de frutos producidos por <i>P. praecox</i> (n=138). ....	40
Figura 21. Producción promedio de semillas por fruto por categoría de tamaños de <i>P. laevigata</i> . ....	41
Figura 22. Producción promedio de semillas por fruto por categoría de tamaños de <i>P. praecox</i> . ....	42
Figura 23. Porcentaje de depredación por categoría de tamaño de <i>P. laevigata</i> . ....	43
Figura 24. Porcentaje de germinación de <i>P. praecox</i> de las cuatro poblaciones.....	44
Figura 25. Cantidad de leña potencial por categoría de tamaños de <i>P. laevigata</i> . ....	46
Figura 26. Cantidad de leña potencial por categoría de tamaños de <i>P. praecox</i> .....	47
Figura 27. Modelos de flujo numérico de <i>P. laevigata</i> . Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase	





---

(flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores y la depredación de semillas, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula. ....49

Figura 28. Modelos de flujo numérico de *P. laevigata*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores, la depredación de semillas, además, el efecto de la extracción de leña verde, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula. ....49

Figura 29. Modelos de flujo numérico de *P. praecox*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores y la depredación de semillas, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula. ....51

Figura 30. Modelos de flujo numérico de *P. praecox*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores, la depredación de semillas, además, el efecto de la extracción de leña verde, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula. ....52



---

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de leña colectadas.....	24
Cuadro 2. Densidad, Biomasa, Cobertura Vegetal e Índice de Importancia de las cinco especies más importantes como leña en las cuatro zonas.....	26
Cuadro 3. Densidad de <i>P. laevigata</i> y <i>P. praecox</i> en las cuatro poblaciones.....	27
Cuadro 4. Producción de flores de <i>Prosopis laevigata</i> por población.....	33
Cuadro 5. Producción de flores de <i>Parkinsonia praecox</i> por población.....	35
Cuadro 6. Producción de frutos de <i>Prosopis laevigata</i> por población.....	37
Cuadro 7. Producción de frutos de <i>Parkinsonia praecox</i> por población. ....	39





---

## RESUMEN

La leña es un recurso vital en las comunidades rurales de México, en donde sigue siendo la principal fuente de combustible y representa ingresos adicionales a la economía de los hogares a través de su venta o trueque. Estos hechos, sin embargo, pudieran tener como consecuencia fuerte presión a las poblaciones de las especies que se usan para este propósito, lo cual no ha sido evaluado para muchas de ellas. En este trabajo, se presentan los resultados de un estudio cuyo objetivo fue evaluar algunos aspectos demográficos (densidad, estructura de tamaños, fenología y germinación) en cuatro poblaciones con diferentes niveles de explotación de dos especies (*Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox*) utilizadas como leña por habitantes de Colonia San Martín, documentar su uso y consumo en la comunidad, así como llevar a cabo la correlación de ambos aspectos para con ello evaluar el efecto real y/o potencial en sus poblaciones. La información se obtuvo mediante entrevistas, investigación participativa y métodos demográficos convencionales. Los resultados revelaron que la leña de ambas especies es un recurso fundamental para la subsistencia de los pobladores de la comunidad y que sólo se obtiene de ramas secas de individuos de tallas medias a mayores. En cuanto a los aspectos demográficos analizados, se observaron algunas diferencias en las poblaciones de ambas especies. Así, *P. laevigata* presentó diferencias en cuanto a la densidad, estructura de tamaños, producción de flores y depredación de semillas, mientras que en el caso de *P. praecox*, estas diferencias se presentaron en estructura de tamaños, producción de semillas por fruto, depredación de semillas y germinación. No obstante estas diferencias, la extracción de leña parece no afectar los atributos demográficos de estas especies, ya que la práctica tradicional que se lleva a cabo en Colonia San Martín (obtención de ramas secas), es una estrategia que no incide en los aspectos estudiados y posiblemente las discrepancias documentadas pudieran atribuirse a diferencias ambientales. La aplicación de modelos de flujo numérico a los datos obtenidos refuerzan lo anterior, pues revelaron que un cambio en esa estrategia (extracción de leña verde o individuos completos) sí podría afectar varios atributos demográficos y con ello la regeneración natural de las poblaciones.



---

## INTRODUCCIÓN

La leña es un recurso de vital importancia en las comunidades rurales de México, debido a que sigue siendo la principal fuente de combustible y representa ingresos adicionales a la economía de los hogares y/o la posibilidad de obtener otros recursos a través de su venta o trueque. De acuerdo con el Fondo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1996), la leña es la principal fuente de energía para preparar alimentos y obtener calefacción de aproximadamente 26 millones de mexicanos. De hecho, la escasez de leña es catalogada actualmente como el cuarto problema ambiental a nivel mundial según con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (FAO, 1983), lo cual posiblemente provoque que sea uno de los recursos más apreciados por la mayoría de las regiones del tercer mundo (World Resources Institute, 2001).

Esta problemática se ve acentuada en las zonas áridas, debido a que son sistemas que tardan más tiempo en recuperarse después de la extracción de leña (Cervantes, 2002). Como consecuencia de la fragilidad de estos ecosistemas y a sus condiciones ecológicas extremas, las especies de plantas se encuentran en constante amenaza y algunas de ellas corren el riesgo de desaparecer (Antenaza *et al.*, 2000). Esto puede ser especialmente crítico para especies destinadas a su uso como leña, pues se ha documentado que su obtención se lleva a cabo durante todo el año (Cunningham, 2001; Sánchez Vélez, 1988). La recolección de leña es una actividad que pasa inadvertida, ya que se trata de una operación hormiga en la cual participan gran cantidad de recolectores (Cunningham, 2001; Sánchez Vélez, 1988). A pesar de que los campesinos colectan sólo los volúmenes necesarios para satisfacer sus necesidades, en ocasiones colectan excedentes para su comercialización (Cervantes, 2002).

No obstante lo anterior, la problemática de la leña es un tema muy poco estudiado en México. Los pocos trabajos existentes han sido desarrollados en unas cuantas localidades





---

del país y se han enfocado principalmente al inventario de las especies empleadas como leña (Antenaza *et al.*, 2000; Martorell, 1995; Oliveros, 2000; Paredes-Flores, 2001; Paredes-Flores 2007; Pérez-Negrón, 2002; Rangel y Lemus, 2002; Rosas-López, 2003, Masera, 1996 y Masera *et al.*, 1997).

En la mayoría de dichos trabajos, no solamente no se han abordado aspectos como la evaluación del consumo y de los volúmenes de extracción de las especies que son empleadas para este fin (Cervantes, 2002), sino tampoco se han atendido otros aspectos de importancia biológica como el estado actual de sus poblaciones, cuyo entendimiento, además, es crucial para caminar hacia el manejo racional de los recursos vegetales. El único trabajo encontrado para la zona de trabajo que abordó algunos de estos aspectos, es el realizado por Martorell (1995) quien evalúa las consecuencias ecológicas de la extracción de leña en los Reyes Metzontla y la germinación de las especies más importantes usadas con este fin.

Idealmente, la determinación del estado actual de una población debe realizarse mediante la realización de un análisis demográfico completo que permita conocer las etapas más críticas del ciclo de vida y la manera en que estas afectan la tasa de crecimiento poblacional. Los estudios demográficos formales, son investigaciones que incluyen el análisis de la información por medio de la construcción de modelos matriciales, a través de los cuales se puede conocer detalladamente el efecto de ciertas etapas del ciclo de vida de los organismos sobre la tasa de crecimiento poblacional (Godínez *et al.*, en proceso).

En el caso de especies útiles, ya se han realizado estudios con este enfoque, los cuales han permitido sugerir estrategias enfocadas hacia el manejo sustentable de algunos recursos vegetales en varias partes del mundo (por ejemplo, Cunningham y Mbenkum, 1993; McKean, 2003; Olmsted y Alvarez-Buylla, 1994; Peres *et al.*, 2003; Ticktin y Johns, 2002). Sin embargo, la adopción de este enfoque, es especialmente inviable cuando el tiempo y los recursos económicos son limitados, por lo que es necesario la existencia de otras



---

alternativas para la evaluación de las poblaciones vegetales. Una de estas alternativas, es la obtención de información básica sobre algunos atributos poblacionales importantes, tales como: 1) la densidad poblacional; 2) la estructura de tamaños; 3) el potencial reproductivo; 4) la sobrevivencia de las especies, pues con esta información es posible seleccionar, de manera más eficiente, aquellos recursos vegetales para los cuales es necesario realizar estudios demográficos más detallados y quizás proponer estrategias de manejo.

La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, que se refiere al número de individuos en un área determinada (Krebs, 1985). Por otro lado, la estructura de tamaños de una población se ha interpretado como el resultado del balance entre las tasas de natalidad y mortalidad (Silvertown 1987). De hecho, este atributo se ha empleado para determinar el estado actual de las poblaciones, así como también para hacer inferencias con respecto a las etapas del ciclo de vida que limitan el crecimiento (Krebs, 1985). Así, es posible deducir que las poblaciones que estén creciendo tendrán una elevada proporción de individuos jóvenes, mientras que las estables o que decrecen presentan una proporción baja de dichos individuos (Krebs, 1985; Silvertown, 1987). Sin embargo, las especies leñosas presentan en general un cambio poblacional lento, por lo que resulta difícil detectarlo y evaluarlo, por lo cual puede llegar a creerse que la estructura no cambia a través del tiempo (Muller, 1940, citado en Flores y Yeaton, 2000).

La reproducción y la sobrevivencia, por su parte, son atributos individuales que permiten conocer algunos factores que limitan la producción de flores, frutos y semillas, así como el establecimiento de los nuevos individuos, los cuales en conjunto afectan la capacidad de regeneración de las poblaciones (Elzinga *et al.*, 1998).

En el caso de las plantas, el establecimiento de nuevos individuos en las poblaciones es considerada la fase más crítica del ciclo de vida (Harper, 1977). En términos generales, el establecimiento puede definirse como un proceso con distintas etapas que incluyen la producción de los frutos, la dispersión de las semillas, la germinación y la sobrevivencia de las plántulas (Jordano y Herrera, 1995). Debido a lo anterior, el establecimiento es considerado una





---

etapa fundamental en la regeneración de las poblaciones (Harper, 1977; Jordano y Herrera, 1995).

Diversos estudios sobre el establecimiento en las zonas áridas y semiáridas han documentado que esta etapa también puede ser afectada por distintos factores bióticos y abióticos. Entre los principales factores bióticos que afectan esta etapa del ciclo de vida están la presencia de árboles y arbustos perennes que modifican el microambiente (*i. e.*, plantas nodrizas), los dispersores de semillas, los herbívoros y los depredadores de semillas, tanto vertebrados como invertebrados (Esparza-Olguín *et al.*, 2002; Godínez-Alvarez *et al.*, 1999; McAuliffe, 1986, 1990; Ortega, 2001; Steenbergh y Lowe, 1977; Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991). Asimismo, factores abióticos tales como la radiación solar, el suelo y la precipitación, también se sabe que pueden afectar el establecimiento de las plántulas (Flores y Briones, 2001; Hamerlynck *et al.*, 2000; Shreve, 1911, 1917, 1931; Steenbergh y Lowe, 1977; Turner *et al.*, 1966).

En la actualidad, sólo unos cuantos trabajos (Camargo-Ricalde *et al.*, 2004; Godínez-Álvarez *et al.*, 2005; Mendoza-Orozco, 2006; Pérez, 2004; Roldan-Matías, 2004; Rosas-López, 2006; Sánchez de la Vega, 2005; Ordinola, 2005; Salas, 2003), han utilizado la evaluación de estos atributos en poblaciones de plantas útiles, aunque ninguno de ellos se ha enfocado particularmente al efecto que sobre estos atributos tiene el uso de estas especies como leña. Por tanto este trabajo, aborda el estudio de las poblaciones de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) M.C. Johnst. (Mimosaceae) y *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) J. Hawkins (Caesalpinaceae), las cuales son empleadas, entre otras muchas cosas, como leña en casi todas las localidades del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas *et al.*, 2001; Paredes-Flores, 2001; Paredes-Flores *et al.*, 2007; Roldán, 2004; Rosas-López, 2003, 2006; Sánchez-Paredes, 2007). Dentro de estas localidades se incluye la comunidad de Colonia San Martín (CSM), en donde se desarrolla el macroproyecto de la UNAM, Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano (Dávila *et al.*, 2005), del cual forma parte esta investigación.



---

La elección de las dos especies se realizó a través de la evaluación de la importancia relativa de las especies utilizadas como leña en la comunidad, así como también mediante la consulta con sus pobladores (García y Tapia, 2006; Sánchez-Paredes, 2007).





---

## OBJETIVO GENERAL

- ∞ Describir la estructura de tamaños y determinar las características reproductivas de cuatro poblaciones de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* sujetas a diferentes niveles de explotación.

### Objetivos Particulares

- ① Caracterizar el uso como leña de *P. laevigata* y *P. praecox*, en la comunidad.
- ① Evaluar la disponibilidad espacial de las especies vegetales más importantes usadas como leña en la zona.
- ① Determinar la estructura de tamaños.
- ① Estimar el potencial reproductivo a través de cuantificación del número promedio de flores y frutos producido por individuo, así como el número de semillas producidas por fruto.
- ① Determinar el porcentaje de germinación de las semillas en condiciones de laboratorio.
- ① Llevar a cabo la correlación de los aspectos demográficos, el uso y consumo de leña, para con ello evaluar el efecto real y/o potencial en sus poblaciones.



---

## HIPÓTESIS

La investigación parte del supuesto de que la obtención de leña puede representar una fuerte presión a las poblaciones de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox*, sujetas a esta forma de explotación, la cual puede afectar sus atributos demográficos. En este sentido, se espera encontrar diferencias en las poblaciones con diferentes niveles de explotación en cuanto a la estructura de tamaños, la producción de flores, frutos, semillas y la germinación.

- ∞ En lo que respecta a la densidad, se espera que el número de individuos por unidad de área sea menor en las poblaciones con un nivel alto de extracción.
- ∞ En el caso de la estructura de tamaños, se espera que la proporción de individuos adultos sea menor en las zonas en donde se extrae mayor cantidad de leña, que en las zonas en donde no la extraen, asimismo se espera encontrar mayor proporción de individuos pequeños en las zonas de baja extracción.
- ∞ En cuanto a la producción de flores, frutos y semillas, se espera que ésta sea mayor en las zonas menos explotadas y que ocurra lo contrario en las zonas donde el nivel de extracción es mayor.
- ∞ Para la germinación, se espera que las semillas de las poblaciones con menor nivel de extracción presenten las mejores condiciones para la germinación, que aquellas zonas donde la extracción se realiza de manera más intensa.

Las preguntas que se intentan resolver con este trabajo son:

¿Dónde se encuentran y cuál es el estado actual de las poblaciones de Mezquite y Manteco en Colonia San Martín que están sometidas a diferentes niveles de explotación?

¿Cómo están estructuradas las poblaciones de acuerdo al tamaño de los individuos?

¿Cuál es el potencial reproductivo de los individuos (flores, frutos y semillas)?

¿Cuál es el comportamiento de germinación de las semillas en condiciones de laboratorio?





## ÁREA DE ESTUDIO

La comunidad de Colonia San Martín, está situada a 9 km al suroeste de la cabecera del municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla, entre los  $18^{\circ}16'27.88''-18^{\circ}16'28''$  O y  $97^{\circ}32'52''-97^{\circ}32'53''$  N. Forma parte del Comisariado de Bienes Comunales de Zapotitlán Salinas, el cual está ubicado en la cuenca del Río Zapotitlán. Las condiciones ambientales corresponden en términos generales a las descritas para la cuenca del Río Zapotitlán donde se presenta un clima seco, con lluvias en verano, con temperatura media anual de  $21^{\circ}\text{C}$  y una precipitación de 400 a 450 mm (Osorio *et al.*, 1996). Los suelos son someros, pedregosos y halomórficos, con diferentes estados de alcalinidad y salinidad (López-Galindo, *et al.*, 2003). Predomina el matorral espinoso con espinas terminales.

La población actual de Colonia San Martín, está formada por 77 familias que representan 333 habitantes (Rosas-López, 2007). Las principales actividades son la agricultura de temporal, la recolección de leña y de otros recursos, el trabajo como jornaleros y el pastoreo de chivos (Macias-Cuellar *et al.*, 2004). La comunidad de Colonia San Martín presenta graves problemas de deforestación, migración y cambio de uso de suelo.

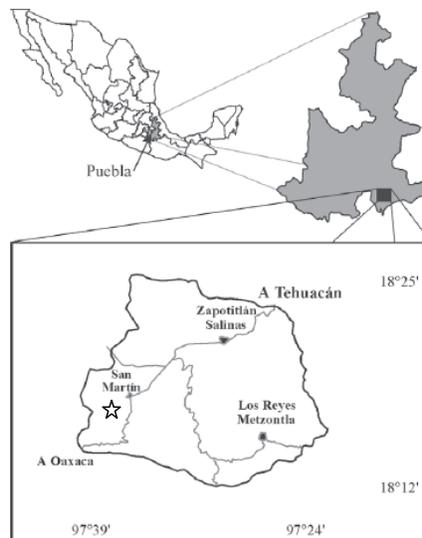


Figura 1. Mapa del área de estudio



---

## DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

### *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) M.C. Johnst.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae y es comúnmente conocida como Mezquite, puede crecer en forma arbustiva, con alturas de 2 a 3 m ó arbórea, de 6 a 7 m. Se distribuye en tres regiones del país: el Altiplano, la Depresión del Balsas y la Planicie Costera Nororiental (Rzedowski, 1988). Se encuentra en las isoyetas de 300 a 900 mm y en altitudes de hasta 2300 msnm, aunque principalmente entre los 1800 y 1900 (Maldonado-Aguirre y De La Garza, 2000 en Roldán-Matías, 2004). La densidad del mezquite puede variar desde menos de 10 árboles por hectárea en un matorral crasicale o pastizal, hasta más de 250 árboles por hectárea, en un mezquital extra desértico (Villanueva, 1993). Asimismo, puede crecer en suelos que no presentan exceso de sales, en donde alcanza coberturas de 60 a 90% de la superficie (Rzedowski, 1978).

Inicia la producción de follaje desde febrero hasta mayo, a partir del mes de julio. Las hojas tienen 1 a 2 pares de pinas, de 6 a 10 mm de largo. La floración comienza en el mes de marzo y se ha sugerido que es afectada por el fotoperíodo y la precipitación (Abrego, 1991). Las flores son de color amarillo y están dispuestas en espigas, son sésiles y miden de 5 a 8 cm de largo. Son hermafroditas, actinomorfas y producen néctar (Siqueiros, 1996; citado en Roldan-Matías, 2004). Las abejas son los principales organismos encargados de llevar a cabo la polinización cruzada, aunque también presentan autogamia (Dávila, 1983).

Esta especie presenta solamente un período de reproducción por año y el tiempo de desarrollo de las flores hasta la abscisión de los frutos maduros es de aproximadamente 110 días. La fructificación comienza en mayo y continúa hasta agosto. Los frutos son legumbres indehiscentes, ligeramente encorvadas, de 3 a 20 cm de largo y de 0.7 a 1.3 cm de ancho. Su color es pardo amarillento, aunque en ocasiones presentan estrías rojizas longitudinales. El mesocarpo es pulposo, de sabor dulce y con un alto contenido de azúcar y almidón, mientras que el endocarpo es coriáceo. Las características del mesocarpo favorecen el consumo de los frutos y la dispersión endozoócara de las semillas por mamíferos (Martínez,





---

1994). Las semillas son de forma ovoide a elíptica, de 5 a 6 mm de largo y de 0.5 a 0.7 mm de grosor. La testa es de color castaño claro, lisa, dura y resistente. Las semillas y las plántulas son las partes más vulnerables del ciclo de vida debido a que el suministro de agua es limitado (Jiménez, 1999).

*Prosopis laevigata* es una especie muy estimada como leña por su alta capacidad calorífica. Produce una llama duradera y poco humo, por lo que sirve para hacer carbón. Una característica adicional, es que al cocinar los alimentos les confiere un sabor particular (Paredes-Flores, 2001). También es muy apreciada como cerca viva, como proveedor de abono verde y materia orgánica, como sombra y refugio para la fauna silvestre y doméstica, a la vez que es una fuente de alimento. Forma un microambiente característico bajo su cubierta foliar, que influye sobre la diversidad y abundancia de mamíferos, aves y otras plantas con las que se encuentra asociada (Espinosa y Lina, 2007).



Figura 2. Árbol, flores y frutos de *Prosopis laevigata*



---

## *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) J. Hawkins

Es una especie de la familia Caesalpiniaceae. Sus individuos son árboles pequeños, deciduos, que llegan a medir hasta 6 m de alto y cuya característica más distintiva es la presencia de un color verdoso en su tallo y ramas, de ahí que se le denomine Palo Verde, aunque en la zona de estudio se le conoce como Manteco (Paredes-Flores, 2001; Rosas-López, 2006; Paredes-Flores *et al.*, 2007). Las plántulas de esta especie tienen poca necesidad de agua después de establecerse y soportan temperaturas de hasta  $-5^{\circ}\text{C}$ . Su centro de origen se localiza en México y al sur de Perú y Ecuador. Se distribuye ampliamente en varios sitios del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y en los estados de Baja California, Sonora, México, Michoacán, Puebla y Oaxaca (Martínez, 1979, citado en Perez-Negrón, 2002).

El período de floración ocurre durante los meses de marzo y septiembre (Arias-Toledo, 2000); sin embargo, en la región de Zapotitlán se observa una sincronía en la floración, la cual ocurre durante los meses de febrero y marzo (Rosas-López, 2006). Sus flores están dispuestas en racimos de 1-1.5 cm de largo y crecen sobre pedicelos de 5 a 10 mm de largo; el cáliz es estrecho y prolongado hacia la base; los pétalos son amarillos, con el superior de 9 a 11 mm de largo y 6 a 8 mm de ancho.

La fructificación comienza en el mes de abril y sus frutos alcanzan su madurez en el mes de mayo. Los frutos de esta especie miden de 3 a 8 cm de largo y 0.6 a 1 cm de ancho, son agudos en ambos extremos, planos y papiráceos; las semillas son oblongas, comprimidas, de color pardo-grisáceo, y miden alrededor de 1 cm de largo. Durante los meses en los que inicia la producción de flores y frutos, el árbol carece de hojas, pues el follaje se desarrolla en el mes de junio (Rosas-López, 2006).





Figura 3. Árbol, flores y frutos de *Parkinsonia praecox*

Los habitantes de la zona de estudio, utilizan a *Parkinsonia praecox* como forraje, madera y leña, pero sobre todo le confieren una gran importancia porque sus individuos son el hábitat natural de las larvas de *Paradirphia fumosa* (Lepidoptera), insecto comestible conocido como Cuchamá (Figura 4). Este insecto es considerado un recurso alimenticio de gran importancia cultural y tiene un valor económico relativamente elevado (Aldasoro *et al.*, 2000; Arias-Toledo, 2000; Rosas-López, 2006).



Figura 4. Larva del Insecto *Paradirphia fumosa* (Lepidoptera), insecto comestible conocido como Cuchamá



---

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los métodos están basados en la experiencia derivada de trabajos similares, realizados recientemente para varias especies en distintos puntos del área en donde se encuentra ubicada la zona de estudio (Jiménez-Valdés *et al.*, 2004; Mendoza-Orozco, 2006; Pérez-Vega, 2004; Roldan-Matías, 2004; Rosas-López, 2006).

Asimismo, se hizo uso de algunas de las herramientas de la llamada investigación participativa, ya que la población local desempeña un papel decisivo en varias etapas del proceso de investigación (Cunningham, 2001). La intervención de la población es fundamental para desarrollar cualquier estrategia de manejo de recursos (Campbell *et al.*, 2003; FAO, 2001; Macías *et al.*, 2004).

Así, se tuvo participación en cuatro asambleas comunitarias, en las cuales se dio a conocer el proyecto a la comunidad, así como también se pudo conocer alguna información relevante relacionada con las especies a estudiar y con varios aspectos de su cotidianidad (social, política, etc.). De hecho, en una de esas reuniones se estableció el Comité de Manejo Sustentable de Colonia San Martín. Este comité está integrado por representantes de la comunidad que participan en todas las investigaciones que se realizan sobre recursos naturales en la comunidad y su área de influencia.

Con el objeto de documentar los aspectos relacionados con la extracción de la leña y las zonas de aprovechamiento de las especies estudiadas, se aplicaron encuestas estructuradas a 31 informantes (22 mujeres y 8 hombres). La selección de las poblaciones se hizo con base en la información recabada en las asambleas, las encuestas, pláticas informales y 10 recorridos de campo en toda la zona de recolección de leña. Los recorridos y todo lo relacionado con la elección de los sitios de trabajo se hicieron de manera conjunta con el Comité de Manejo Sustentable de Colonia San Martín.





Para ello se tomaron en cuenta los siguientes criterios: a) abundancia de individuos adultos (estimada a simple vista); b) presencia de individuos de diferentes tamaños (desde plántulas hasta adultos); c) el nivel de explotación de las poblaciones; e) la distancia requerida para visitarlas; y d) la máxima similitud posible en algunas características medio ambientales (tipo de vegetación, altitud) entre los sitios. Una vez definidos los sitios, se marcaron con GPS, para localizarlos en la cartografía correspondiente.

De acuerdo a los criterios antes mencionados, se eligieron cuatro poblaciones, tres de ellas con distintos niveles de explotación y una más en donde la gente de la zona asegura que no realiza actividades de extracción. Las características generales de las cuatro zonas estudiadas son las siguientes:

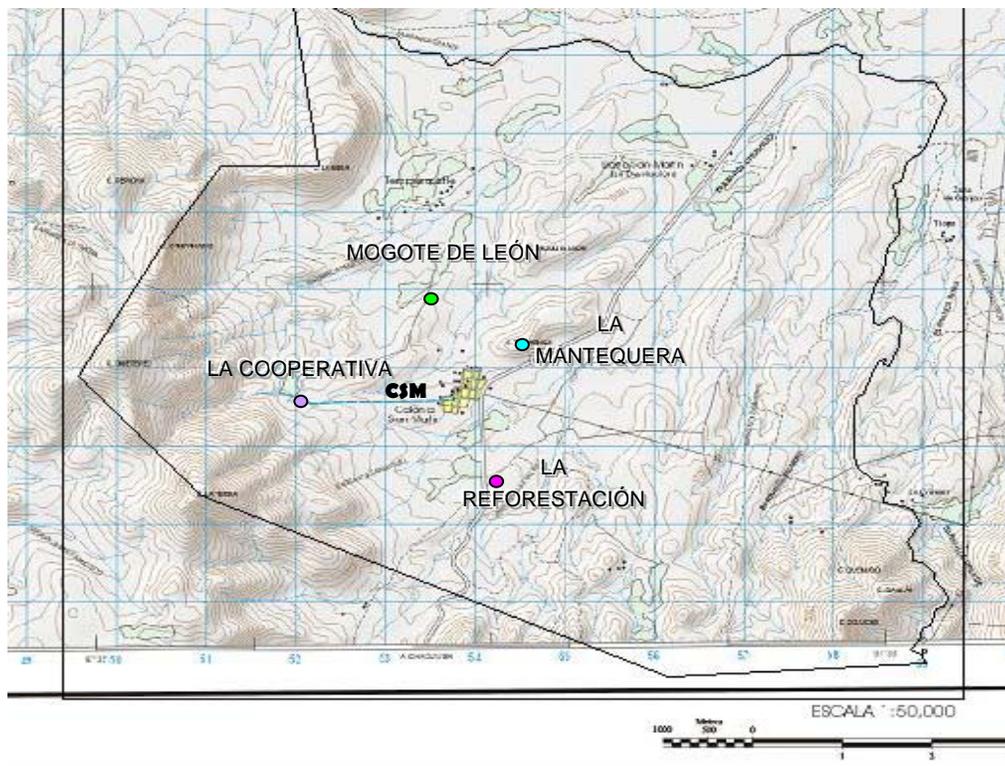


Figura 5. Localización de las poblaciones de estudio en el área de influencia de Colonia San Martín



---

a) **La Reforestación.** Se localiza al sureste de la comunidad de Colonia San Martín, aproximadamente a 1676 msnm. En esta población la explotación es nula, debido a que es considerada una zona de reserva y se encuentra en recuperación, ya que hace aproximadamente 10 años fue reforestada.



Figura 6. Vista de la población La Reforestación

b) **Mogote de León.** Se localiza al noroeste de Colonia San Martín a 1500 msnm. En esta zona el nivel de explotación es bajo, ya que su tipo de pertenencia es “privado” y, aunque solo su propietario visita la zona, algunas otras personas lo hacen esporádicamente mediante la autorización del primero.



Figura 7. Vista de la población Mogote de León





---

c) **La Mantequera.** Se localiza sobre la carretera Tehuacán-Huajuapán, aproximadamente a 1.5 km al noreste de Colonia San Martín a una altitud de 1629 msnm. En esta zona la explotación es de mediana intensidad.



Figura 8. Vista de la población La Mantequera

d) **La Cooperativa.** Se localiza al oeste de Colonia San Martín a 1736 msnm. Esta zona tiene un nivel de explotación alto debido a que es el paso para el pastoreo y la recolección de otros recursos además de la leña.



Figura 9. Vista de la población La Cooperativa



---

## \* Censos de vegetación

Se realizaron censos de las especies leñosas más importantes para la comunidad en las zonas de extracción elegidas, con la finalidad de obtener una idea más precisa de los recursos presentes en la comunidad y de esta manera poder definir la importancia de *P. laevigata* y *P. praecox*. Dentro de las zonas elegidas se realizaron 2 transectos rectangulares de 20 x 50 m (en total 2000m<sup>2</sup>), cada uno de los cuales fue dividido en dos porciones de 10 x 50 m. En cada transecto todos los individuos encontrados con diámetro basal mayor a 15 cm fueron contados, medidos (altura y dos diámetros perpendiculares de la copa) y marcados con GPS.

En todos los casos, se registraron los datos correspondientes que son: 1) lista de especies por unidad de área; 2) especies dominantes por transecto; 3) densidad por especie; 4) cobertura por especie; 5) frecuencia (BOLFOR, 2000). Para cada especie se calcularon los siguientes variables:

- a) Densidad Relativa. Tomada como el número de individuos por especie/ número total de individuos de la comunidad.
- b) Frecuencia Relativa. Expresada como el número de subtransectos en los que aparece la especie/sumatoria de las frecuencias de todas las especies x 100.
- c) Dominancia relativa (expresada en términos de cobertura en m<sup>2</sup>).
  - El índice de valor de importancia (I.V.I.), se calculó como la sumatoria de la densidad, la frecuencia y la dominancia relativas. Este índice revela la importancia ecológica de cada especie en una comunidad vegetal y es un mejor descriptor que cualquiera de las variables registradas individualmente.
  - La Biomasa (Bio) se obtuvo con la misma fórmula utilizada para estimar el volumen de los individuos.
  - Cobertura vegetal (CV) utilizando la fórmula:

$$C = \left[ \frac{(d1 + d2)}{4} \right]^2 \pi$$





Donde:

C= Cobertura promedio

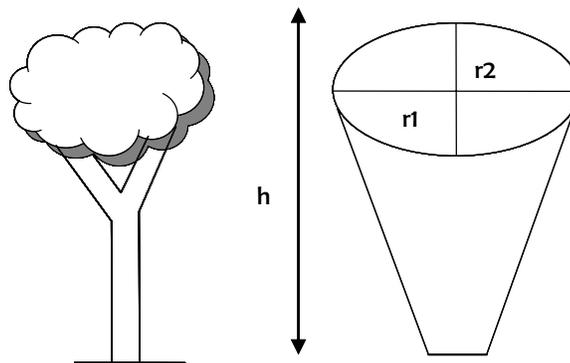
d1 = Primer diámetro de la cobertura de la copa

d2= Segundo diámetro de cobertura de la copa

$\pi= 3.1416$

### \* Densidad y Estructura de tamaños

El estudio de la estructura de tamaños se llevó a cabo durante febrero de 2006. Para ello se utilizaron los mismos transectos de los censos de vegetación de las cuatro poblaciones. Todos los individuos encontrados de *P. laevigata* y *P. praecox* fueron contados para obtener la densidad. Cada uno fue marcado con pintura en aerosol de color que fuera fácilmente distinguible, además se le asignó un número con etiquetas de aluminio y fue registrado con el GPS para poder identificarlo durante el desarrollo del trabajo. A cada individuo se le midieron dos diámetros máximos perpendiculares de la copa y la altura total, utilizando una pértiga de 30 m y un flexómetro. Con estos datos, se obtuvo el volumen de cada individuo utilizando la fórmula de un cono truncado invertido.



$$V= \frac{3.1416 * (r1*r2) * h}{3}$$

Donde: V= volumen total, r= radio (dividiendo entre dos los diámetros perpendiculares), h= altura.



---

Con esta información se determinaron las categorías de tamaño de ambas especies, considerando el intervalo de los datos y el número total de individuos. Las categorías de tamaños fueron: < 0.1, 0.1 – 0.5, 0.5 – 1, 1 – 5, 5 – 10, 10 – 20, 20 – 30, 30 – 40, 40 – 50, 50 – 60 y > 60 (cifras en m<sup>3</sup>). Estas categorías se determinaron con base en trabajos previos realizados con las 2 especies (Roldan-Matías, 2004; Sánchez de la Vega, 2005; Rosas-López, 2006). Las estructuras de tamaños fueron comparadas mediante una prueba de  $X^2$ , para determinar si existían diferencias significativas entre las poblaciones con diferentes niveles de extracción utilizando el programa Microsoft Excel (2001).

### \* Reproducción

Para obtener las estimaciones relativas a la reproducción, durante la época de floración y fructificación (marzo y abril de 2006), se realizaron censos de todos los individuos reproductivos encontrados en los transectos. Estos censos se llevaron a cabo para documentar:

- a) el número promedio de flores/inflorescencias por individuo;
- b) el número promedio de frutos por individuo;
- c) el número promedio de semillas por fruto.

Adicionalmente, con la información sobre la estructura de tamaños y los datos anteriores, se determinó la probabilidad de reproducción y el número promedio de flores y frutos para cada una de las categorías de tamaño consideradas. El número de flores y frutos, se estimó por medio del método de rama principal; que consiste en determinar el número de ramas principales que presenta un individuo. Así, se selecciona una rama al azar y en ella se cuantificó el número de flores y frutos presentes. Posteriormente, dicha cantidad se multiplicó por el número total de ramas principales. Los datos obtenidos fueron comparados mediante un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas en el número de estructuras reproductivas entre las poblaciones (Rosas-López, 2006).

Los datos obtenidos fueron relacionados con el volumen mediante una regresión





---

lineal, para determinar si existía una relación entre el volumen y la producción de flores y frutos. Los datos fueron previamente transformados mediante el logaritmo natural para cumplir con los supuestos de la regresión.

### \* Germinación en laboratorio

Para determinar la capacidad de germinación de las semillas, se llevaron a cabo experimentos en condiciones de laboratorio. Se seleccionaron al azar 100 semillas de *Prosopis laevigata* y 200 de *Parkinsonia praecox* provenientes de los árboles muestreados de las cuatro zonas de estudio. Las semillas se desinfectaron durante 20-30 min en hipoclorito de sodio al 50%, el cual posteriormente se decantó al chorro de agua durante 3 minutos. Para el experimento, se colocaron 20 semillas de *P. praecox* y 10 de *P. laevigata* en una Caja Petri con papel filtro humedecido a saturación. Para cada población de *P. praecox* y *P. laevigata*, se realizaron ocho y cinco repeticiones, respectivamente. Las cajas se mantuvieron en una cámara de germinación con condiciones controladas de luz (12 hrs. de fotoperíodo y temperatura constante de 27°C). Diariamente, se registró el número de semillas germinadas por caja y en caso de ser necesario se agregó agua para mantener condiciones constantes de humedad. Una semilla se consideró germinada una vez que emergía la radícula.

Cabe señalar que las semillas no fueron escarificadas, debido a que se quería evaluar el porcentaje de germinación en condiciones naturales. La proporción de semillas germinadas se comparó entre las cuatro poblaciones de cada especie, a partir de un análisis de varianza de una vía, previa transformación arcoseno de los datos. Adicionalmente, para cada una de las poblaciones, se calculó el índice de germinación de Scott, utilizando la fórmula:

$$IG = \frac{\sum (n_i t_i)}{N}$$

donde IG= índice de germinación,  $n_i$  = Número de semillas germinadas el día  $i$ ,  $t_i$ = número de días después de la siembra,  $N$ = total de semillas sembradas.



---

De acuerdo con este índice, entre mayor sea el valor calculado, mayor es la velocidad a la que ocurre la germinación de las semillas. Sin embargo, no proporciona información sobre la distribución de los eventos de la germinación en el tiempo (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Los índices de germinación para cada especie, fueron comparados con una prueba de Kruskal-Wallis, para determinar si existían diferencias significativas entre las poblaciones. Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft, 1995).

#### \* Potencial de aprovechamiento de Leña

Con la finalidad de obtener una estimación del potencial de extracción en pie de cada árbol censado de manera visual, se estimó la cantidad de leña como una proporción del árbol entero. Con esta información se pudieron identificar aquellos árboles que son más susceptibles para la extracción. Estas estimaciones fueron hechas por 3 personas de la comunidad con un amplio conocimiento sobre la extracción de leña (modificado de Shackleton, 1993).

#### \* Ruta Reproductiva

Con el objeto de estimar la probabilidad de establecimiento de nuevos individuos y por lo tanto la posibilidad de que la reproducción sexual se esté llevando a cabo normalmente, se elaboró un diagrama de flujo numérico sobre la fenología de las dos especies, en el cual se indican las etapas más importantes de transición del ciclo de vida (paso de flor a fruto y de semilla a plántula). Para ello, se consideraron los valores obtenidos para el promedio de flores y frutos producidos, así como los promedios de semillas por individuo y el porcentaje de germinación observados para las cuatro poblaciones. Para el análisis de los diagramas se consideraron los factores que pudieran afectar los diferentes eventos fenológicos estudiados, como la depredación por brúquidos y la extracción de leña.





---

## RESULTADOS

### Aspectos generales de la colecta de leña

De las entrevistas realizadas, se obtuvo que una de las principales actividades económicas de los habitantes es la recolección tanto de leña como de otros recursos vegetales como plantas comestibles.

La mayoría de los habitantes de la comunidad (59%) destinan este recurso para el autoconsumo y el resto para la venta o el intercambio. La recolección de leña involucra a toda la familia. Generalmente los hombres y algunos jóvenes son los encargados de recolectar leña gruesa empleada para el intercambio y/o venta, usando machete y hacha. Las mujeres y niños recolectan sólo varas delgadas y pequeñas, de forma manual y en ocasiones con la ayuda de machete, las cuales son destinadas para el autoconsumo, principalmente, para la cocción de alimentos. La frecuencia de colecta es de dos o tres veces por semana e invierten entre tres a cinco horas para dicha actividad (incluye llegar al sitio, coleccionar y regreso a sus casas).

Con respecto al destino de la leña, la mayoría de las personas la intercambian en la Ciudad de Tehuacán, por lo que denominan recaudo, que son vegetales empleados en la cocina para la preparación de alimentos.

La recolección de leña es selectiva, siendo el principal criterio que las ramas deben de estar secas y cuando se cortan individuos completos (principalmente cactáceas columnares) estos deben de estar completamente secos y muertos.



## Preferencia de especies como leña

Se elaboró un listado de las especies que son reconocidas como leña según la mención de la gente, y otra más, elaborada a partir de los datos obtenidos al pesar la leña colectada por los habitantes (ver anexo 1 y 2).

Cabe destacar que las cinco especies leñosas de mayor importancia, en cuanto a mención y recolección, para los habitantes de Colonia San Martín son las siguientes:

- 1) *Prosopis laevigata* (Mezquite), 2) *Mimosa luisana* (Cumito), 3) *Acacia constricta* (Guajillo), 4) *Parkinsonia praecox* (Manteco) y 5) *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo).

En el Cuadro 1, se muestra que el Mezquite, al igual que el Cumito, es de las especies que proporcionan mayor cantidad de leña en esta comunidad y de la que menos cantidad se extrae es el Manteco.

Nombre científico	Nombre común	# de leños	Peso en Kg.	%
<i>Mimosa luisana</i>	<b>Cumito</b>	594	251	28%
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	<b>Mezquite</b>	355	248	28%
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	<b>Garambullo</b>	259	143	16%
<i>Acacia constricta</i> Benth. ex A. Gray	<b>Guajillo</b>	272	79	9%
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) J. Hawkins	<b>Manteco</b>	53	51	6%
Acumulado de otras especies		148	114	9%
<b>TOTALES</b>		<b>1,675</b>	<b>886</b>	<b>100%</b>

Cuadro 1. Especies de leña colectadas





---

## Censos de vegetación

Los resultados de los muestreos de las cinco especies más colectadas mostraron que La Reforestación es la población donde los valores de densidad y cobertura acumuladas son mayores. La Mantequera es la población donde el valor de biomasa acumulada es mayor; sin embargo, la densidad y cobertura acumuladas son menores (Cuadro 2).

Por otro lado, la población de La Cooperativa donde el nivel de explotación es de mayor intensidad, la densidad, biomasa y cobertura de los individuos presentes de las diferentes especies es menor. En el caso de Mogote de León donde el nivel de extracción es bajo, los valores de densidad, biomasa y cobertura de los individuos son intermedios.

De acuerdo con los datos obtenidos las dos especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica son el Manteco y el Mezquite, en las cuatro zonas de extracción.

La importancia de estas especies no sólo radica en el papel biológico que desarrollan en las zonas de estudio, sino que también son importantes para la gente de CSM como combustible y además se destinan a varios usos, representando una alternativa económica. Por lo cual han sido elegidas por los habitantes para realizar estudios demográficos y con esto conocer el estado actual de estas especies dentro de la comunidad.



	La Reforestación				Mogote de León				La Mantequera				La Cooperativa			
	Den (Ind./ 200m <sup>2</sup> )	Bio (m <sup>3</sup> )	CV (m <sup>2</sup> )	I.V.I.	Den (Ind. / 200m <sup>2</sup> )	Bio (m <sup>3</sup> )	CV (m <sup>2</sup> )	I.V.I.	Den (Ind. / 200m <sup>2</sup> )	Bio (m <sup>3</sup> )	CV (m <sup>2</sup> )	I.V.I.	Den (Ind. / 200m <sup>2</sup> )	Bio (m <sup>3</sup> )	CV (m <sup>2</sup> )	I.V.I.
Mezquite	16	28,17	60,77	25,49	35	359,37	438,67	67,94	38	1173,05	289,23	56,03	41	282,90	368,23	85,90
Manteco	43	350,21	571	75,25	32	520,57	577,78	84,38	35	1159,9	457,55	55,65	13	137,57	223,86	53,79
Guajillo	53	121,35	317,67	40,09	2	11,69	17,10	16,60	1	7,39	121,69	6,09	5	13,92	30,28	20,74
Garambullo	4	10,88	12,24	17,49	14	86,27	83,21	32,06	17	503,11	34,31	37,47	1	4,26	7,47	18,59
Cumito	32	138,99	231,30	42,66					33	799,21	132,13	45,73	40	17,86	32,96	21,95
Total	148	649,62	1193		83	977,92	1117		124	3642,70	1034,91		66	456,54	662,82	

Cuadro 2. Densidad (Den), Biomasa (Bio), Cobertura Vegetal (CV) e Índice de Importancia (IVI) de las cinco especies más importantes como leña en las cuatro zonas.





---

## Densidad y Estructura Poblacional

La densidad de *Prosopis laevigata* en el transecto de 500 m<sup>2</sup> fue similar en las poblaciones La Mantequera y La Cooperativa, los valores mas bajos los presentó La Reforestación. Mientras que en el caso de *Parkinsonia praecox* la densidad fue similar en las zonas muestreadas, aunque en La Reforestación fue mayor (Cuadro 3).

	<i>Prosopis laevigata</i>	<i>Parkinsonia praecox</i>
	Densidad (Ind/500m <sup>2</sup> )	Densidad (Ind/500m <sup>2</sup> )
La Reforestación	8.5	24.5
Mogote de León	16.5	15.25
La Mantequera	24	12.75
La Cooperativa	24.5	12.75

Cuadro 3. Densidad de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* en las cuatro poblaciones.

### **Estructura Poblacional**

Por su parte, el estudio de la estructura de tamaños, en las cuatro poblaciones sometidas a distintos grados de explotación, mostró que existen diferencias significativas entre las poblaciones de *Prosopis laevigata* ( $\chi^2=43.77$ , g.l.=30,  $P<0.005$ ) y *Parkinsonia praecox* ( $\chi^2=43.77$ , g.l.=30,  $P<0.005$ ).

***Prosopis laevigata***. En las cuatro poblaciones, un total de 296 individuos fueron muestreados. Del total de estos, 35 pertenecen a la población de La Reforestación, 66 corresponden a la población de Mogote de León, 96 se localizan dentro de La Mantequera y 99 pertenecen a la población de La Cooperativa.



---

En el caso de esta especie (Figura 10), aparentemente la proporción de individuos incrementa con el tamaño hasta alcanzar un máximo en la categoría de 1-5 m<sup>3</sup> y posteriormente, disminuye. Por otra parte, en las cuatro poblaciones, la proporción de individuos menores de 1.0 m<sup>3</sup> es diferente. Así, en la población de La Reforestación, se encuentra la mayor cantidad de individuos de esta categoría con el 34.3%, lo que contrasta con lo registrado en las otras tres poblaciones, en las cuales esta proporción es considerablemente menor (La Cooperativa 16.2%; Mogote de León de 12.1% y La Mantequera 8.3%).

La mayor proporción de individuos de Mezquite, se encontró concentrada en las categorías de tamaños de 1 a 20 m<sup>3</sup>, los cuales son considerados individuos reproductivos jóvenes. Como se muestra en la figura 10, en Mogote de León (nivel de extracción bajo), en estas categorías se agrupa el 74% del total de la población, mientras que en La Mantequera (nivel de extracción medio) y La Cooperativa (nivel de extracción alto) las proporciones en estas categorías corresponden al 69% y 53%, respectivamente. La excepción a esta tendencia es la población de La Reforestación (nivel de extracción nulo), en donde no existen individuos de más de 10 m<sup>3</sup> y en donde la categoría mejor representada es la de 1.0-5.0 m<sup>3</sup> (42.9%).

Por otro lado, los individuos mayores de 20 m<sup>3</sup> fueron escasos. Cabe resaltar que La Cooperativa es la única población donde se registró un individuo de la categoría >60.0 m<sup>3</sup>, lo cual es relevante pues esta es la población con mayor nivel de extracción.



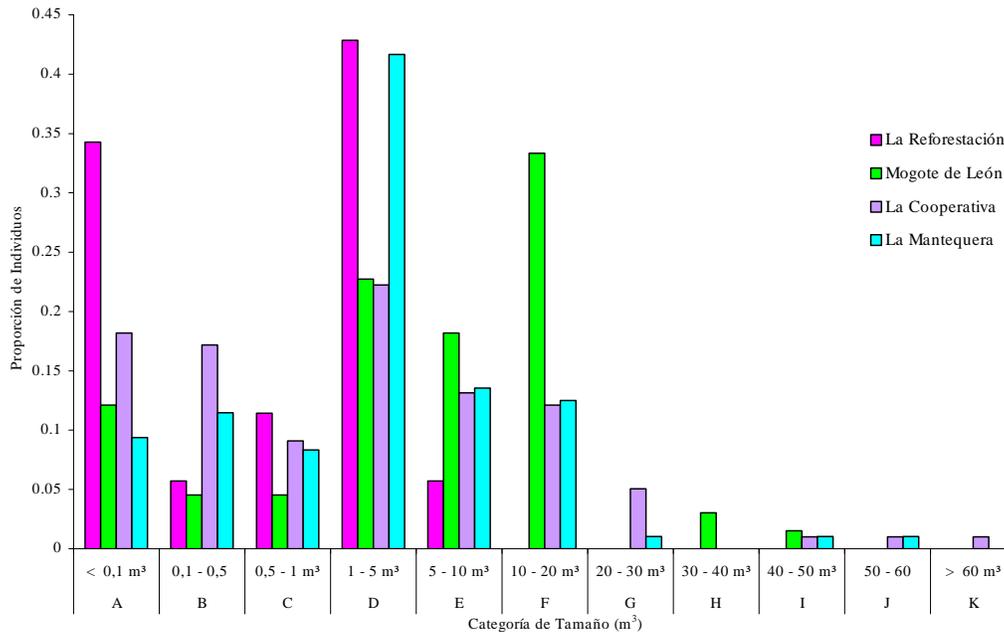


Figura 10. Estructura de tamaños de *Prosopis laevigata* en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción

***Parkinsonia praecox***. En las cuatro poblaciones, fueron muestreados un total de 258 individuos. Del total de estos, 101 se encuentran en la población La Reforestación, 50 corresponden a la población de Mogote de León, 53 se localizan dentro de La Mantequera y 54 pertenecen a la población de La Cooperativa.

En cuanto a la estructura de tamaños del Manteco (Figura 11), al igual que en el caso de *P. laevigata*, la mayor proporción de individuos pequeños pre-reproductivos (menores a 1.0 m<sup>3</sup>), se encontró en La Reforestación (38%). Por el contrario, en La Mantequera los individuos pequeños solamente representan el 6%, mientras que en La Cooperativa y Mogote de León, representan 11% y 18%, respectivamente. La mayor proporción de individuos, en este caso se concentra en las categorías de tamaño de 1.0-30.0 m<sup>3</sup>. Así, en La Mantequera, estas categorías representan el 75% del total de la población, en La Reforestación el 61%, en Mogote de León el 52% y en La Cooperativa el 50%.



En las categorías mayores de 30 m<sup>3</sup>, la proporción de individuos es baja. En la población La Reforestación, prácticamente no existen individuos de estas categorías, pues sólo se registró un individuo en la categoría de tamaños de 40-50m<sup>3</sup>, debido a que es una zona en recuperación.

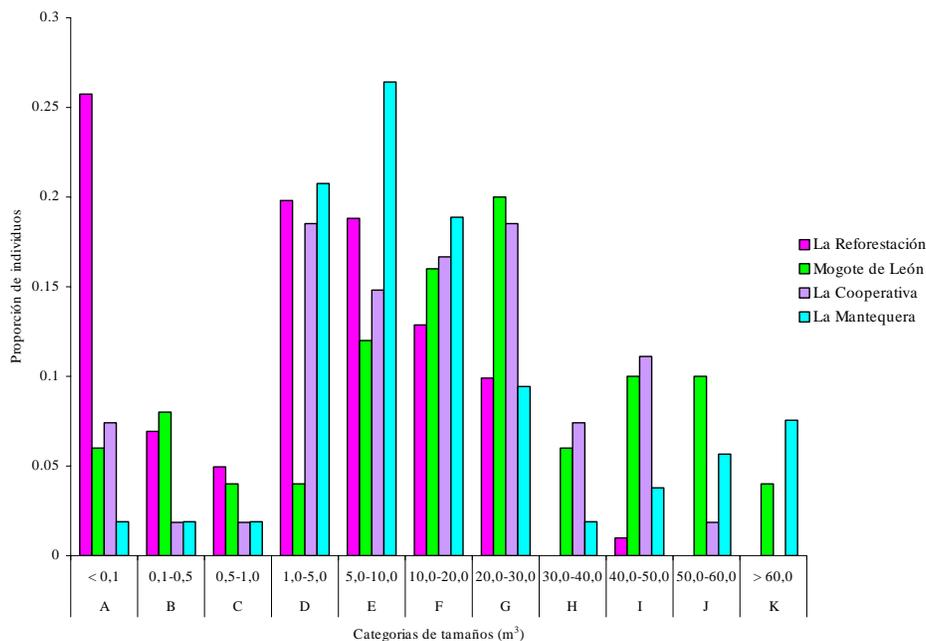


Figura 11. Estructura de tamaños de *Parkinsonia praecox* en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción

## Probabilidad de Reproducción, Producción de Flores y Frutos

Como ya se ha señalado, la probabilidad de reproducción se relaciona con la presencia de estructuras reproductivas (flores) e indica la categoría de tamaño a partir de la cual es probable que los individuos sean reproductivos. Por su parte la producción de flores es una medida de la capacidad reproductiva de la población.

Vale la pena señalar que la población de La Reforestación fue excluida del estudio para *P. laevigata*, debido a que los datos de producción de flores al igual que frutos para esta especie no eran suficientes para la comparación con las otras poblaciones.





## Probabilidad de Reproducción

***Prosopis laevigata***. En cuanto a la probabilidad de reproducción, la figura 12 muestra que los individuos de Mezquite con flores, en La Cooperativa y La Mantequera superan el 0.1 m<sup>3</sup>, mientras que en Mogote de León para empezar a reproducirse deben alcanzar 1.0 m<sup>3</sup>. Asimismo, se observa que en las tres poblaciones estudiadas es posible encontrar individuos que produzcan flores de manera constante a partir de los 20 m<sup>3</sup>.

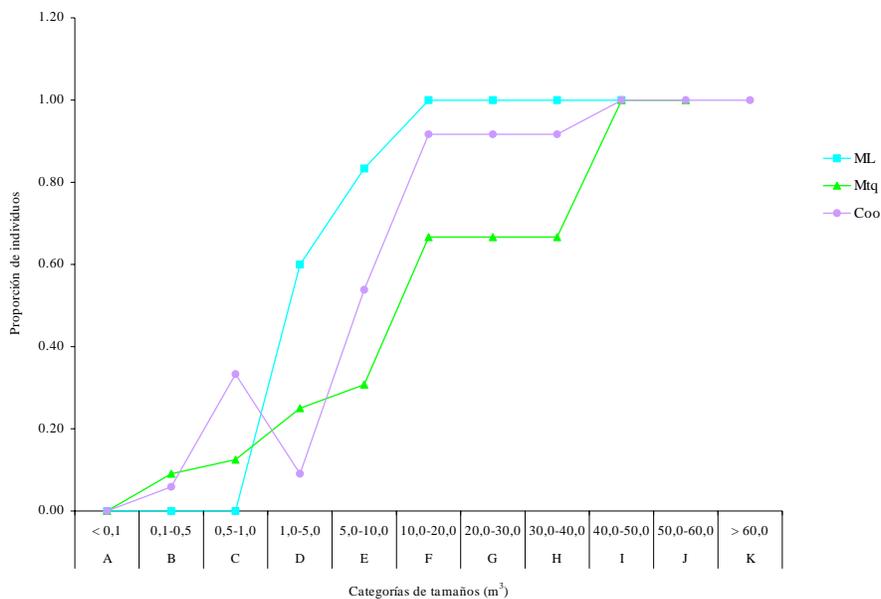


Figura 12. Probabilidad de reproducción de *Prosopis laevigata* en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción (ML= Mogote de León, Mtq= La Mantequera, Coo= La Cooperativa).

***Parkinsonia praecox***. En el caso del Manteco, los resultados son muy similares a lo descrito para *P. laevigata* e incluso considerando la población de La Reforestación (Figura 13). Así, en esta población, es posible encontrar individuos con flores a partir de 0.1 m<sup>3</sup>, mientras que en las otras tres poblaciones esto suceda al alcanzar 1.0 m<sup>3</sup>. Sin embargo, se observa que para que los individuos produzcan flores de forma constante deben superar los 20 m<sup>3</sup> en las cuatro poblaciones. Lo anterior, pudiera sugerir que la probabilidad de reproducción aumenta



según su tamaño en ambas especies y al superar los 20 m<sup>3</sup> es probable encontrar flores.

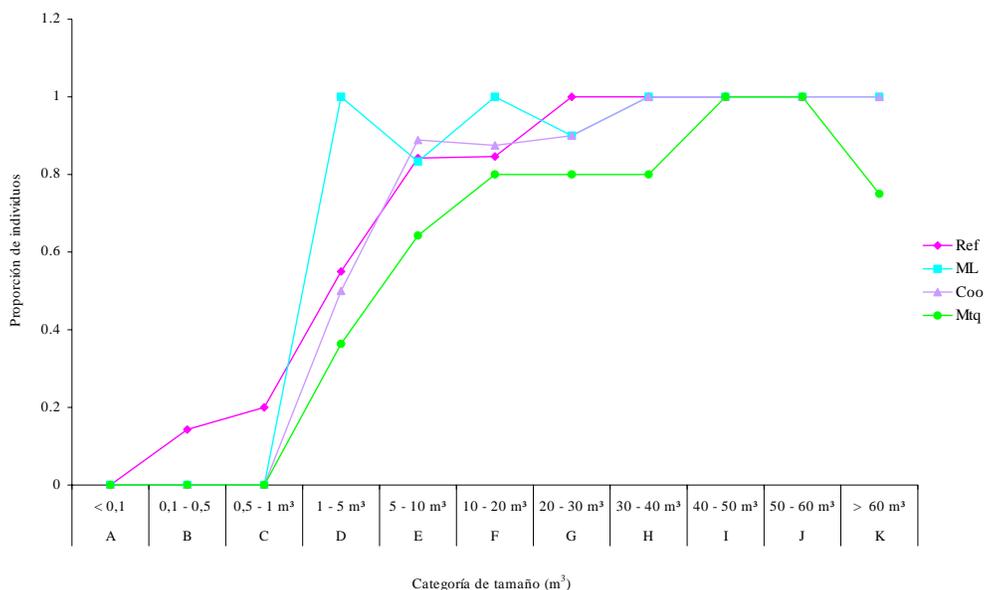


Figura 13. Probabilidad de reproducción de *Parkinsonia praecox* en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción (Ref= Reforestación, ML= Mogote de León, Mtq= La Mantequera, Coo= La Cooperativa).

### Producción de flores

***Prosopis laevigata*.** En lo referente a la producción de flores de Mezquite, la población de La Cooperativa presentó el mayor número promedio por individuo ( $43548 \pm 56304$ ), siendo la categoría que más flores produce la de individuos mayores a  $60\text{m}^3$ . Las poblaciones que tuvieron menor producción de flores fueron Mogote de León ( $4046 \pm 4675$ ) y La Mantequera ( $2473 \pm 2938$ ). De hecho, La Mantequera es la población con menor número de individuos que producen flores ( $n=27$ ) para esta especie y en la que la producción total es menor, a pesar de ser la población mejor representada en casi todas las categorías de tamaños (Figura 14 y Cuadro 4). En el caso de Mogote de León, el número de individuos con flores es mayor ( $n=44$ ), aunque la producción total es baja. De acuerdo con la prueba estadística de ANOVA se confirmó que estas diferencias son significativas entre las poblaciones ( $p=0.0000$ ;  $f=17.86264$ ,  $p<.0500$ ).



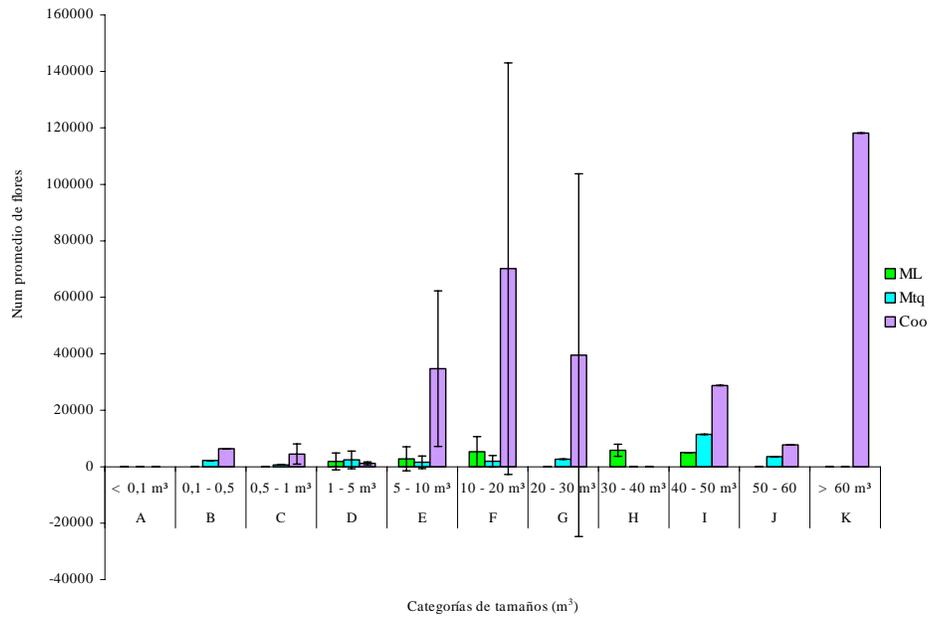


Figura 14. Producción de flores de *Prosopis laevigata* en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción.

Población	# Ind. c/flores	Producción total	Producción promedio/ Ind.	Valor máximo	Valor mínimo
La Cooperativa	31	1349991	43548 ± 56304	248178	645
Mogote de León	44	178040	4046 ± 4675	24128	264
La Mantquera	27	66783	2473 ± 2938	11489	49

Cuadro 4. Producción de flores de *Prosopis laevigata* por población.



Por tanto, de acuerdo al análisis anterior, se sugiere que existe una relación entre el volumen y la cantidad de flores en las poblaciones de la Mantequera y Mogote de León. De acuerdo con la Fig. 15 se corrobora que existe una baja relación entre la producción de flores y el volumen en estas dos poblaciones de *P. laevigata* ( $r^2=0.14$ ).

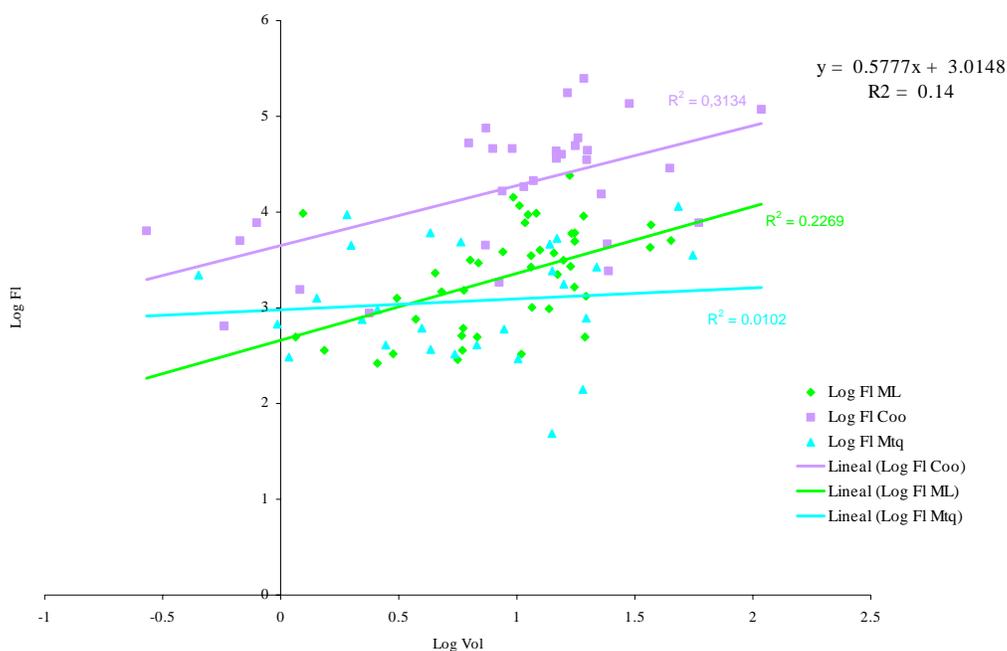


Figura 15. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de flores producidas por *P. laevigata* ( $n=102$ ). Siendo Log FI= logaritmo natural de flores de las poblaciones y Lineal (Log FI)= regresión lineal del logaritmo natural de flores.

***Parkinsonia praecox***. En el caso de esta especie, no se encontró gran variación en la cantidad de flores producidas para las cuatro poblaciones. Así, La Reforestación produjo  $1336 \pm 182$  por individuo, seguida por Mogote de León ( $1194 \pm 1194$ ), La Cooperativa ( $1170 \pm 1105$ ) y La Mantequera ( $931 \pm 1267$ ) (Fig. 16 y Cuadro 5). El análisis de varianza, confirmó que estas diferencias no fueron significativas ( $p=0.645461$ ;  $f=0.555088$ ,  $p < 0.0500$ ).



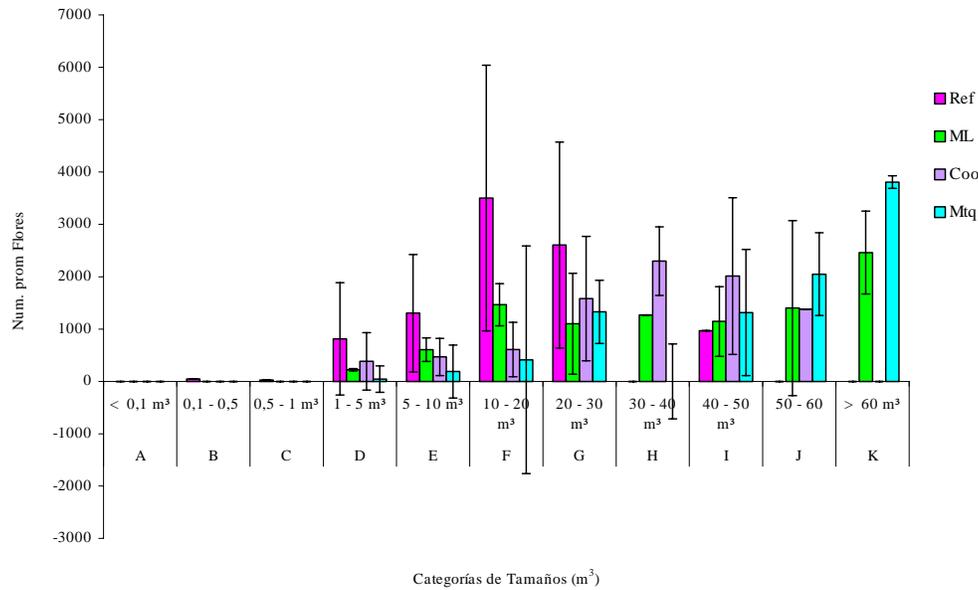


Figura 16. Producción de flores de *Parkinsonia praecox* en cuatro poblaciones con diferentes niveles de extracción.

Población	# Ind. c/flores	Producción total	Producción promedio/ Ind.	Valor máximo	Valor mínimo
La Reforestación	51	68139	1336 ± 182	7956	24
Mogote de León	39	46560	1194 ± 1194	5376	25
La Cooperativa	40	46803	1170 ± 1105	4998	24
La Mantequera	33	30710	931 ± 1267	4313	16

Cuadro 5. Producción de flores de *Parkinsonia praecox* por población.

Con respecto a la relación entre la producción de flores y el volumen de *P. praecox*, en la figura 17 se observa, que existe una relación entre estas dos variables en las cuatro poblaciones ( $r^2=0.4109$ ).

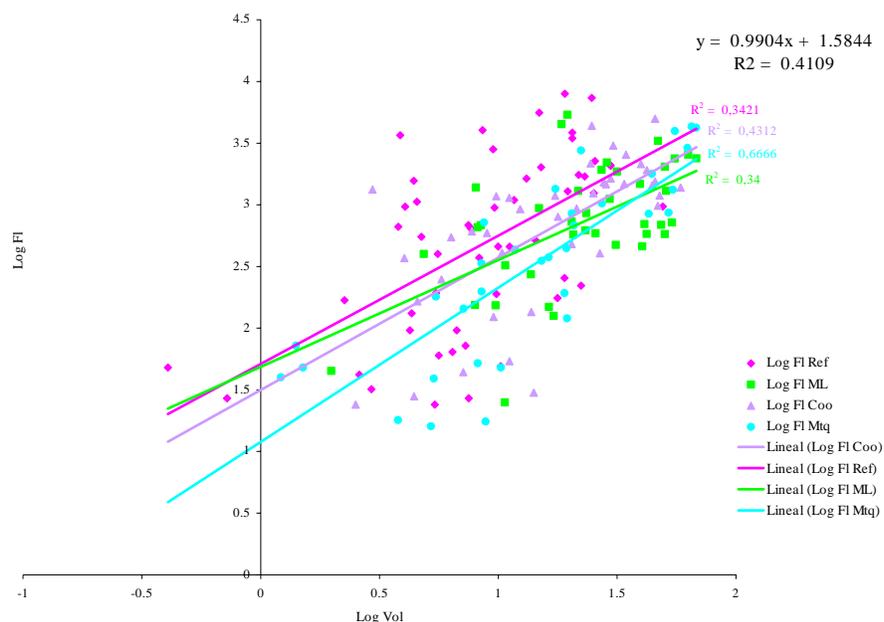


Figura 17. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de flores producidas por *P. praecox* (n=163).

## Producción de frutos

***Prosopis laevigata*.** Al igual que en el caso de la producción de flores, la población de La Reforestación fue excluida del análisis de esta especie, debido a que los datos no eran suficientes para la comparación con las otras poblaciones. Considerando lo anterior, la producción de frutos en las tres poblaciones de *Prosopis laevigata* restantes, se observa una concentración en las categorías de 5.0 m<sup>3</sup> a 50 m<sup>3</sup> (Fig. 18). La población con mayor producción promedio de frutos por individuo fue La Cooperativa (591±806, n=25), aunque Mogote de León presentó la mayor cantidad de individuos con frutos (n=36) con una producción promedio de 489±511 por individuo. Por su parte, en La Mantequera esta producción fue menor (455±405) y presentó la menor cantidad de individuos con frutos (n=15) (Cuadro 6). De acuerdo con la prueba estadística de ANOVA no existen diferencias significativas entre las poblaciones en relación a su producción de frutos ( $p=0.815187$ ;  $f=0.204903$ ,  $p<.0500$ ), mientras que la regresión lineal representada en la figura 19, sugiere que existe una baja relación entre la cantidad de frutos producidos y el tamaño de los individuos ( $r^2=0.2761$ ).



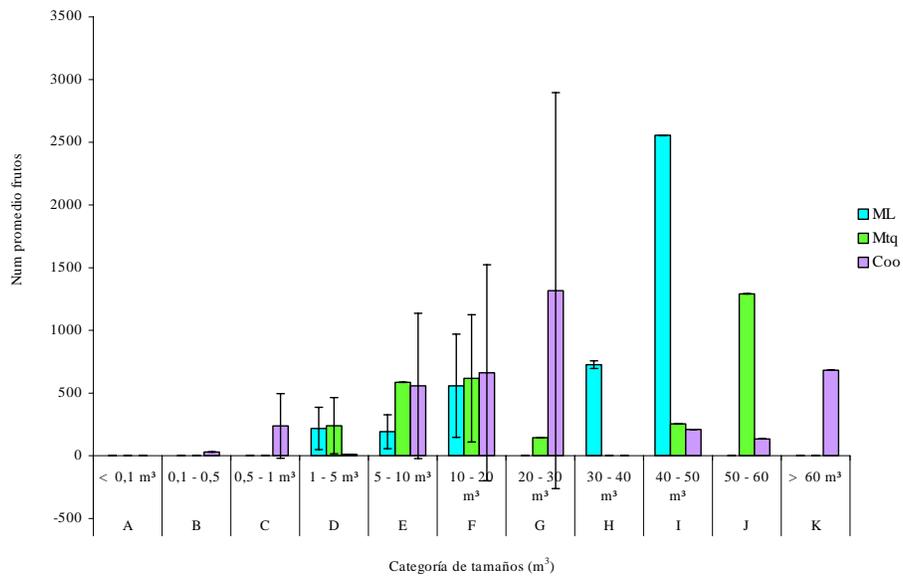


Figura 18. Producción de frutos de *Prosopis laevigata* en tres poblaciones con diferentes niveles de extracción.

Población	# Ind. c/frutos	Producción total	Producción promedio/ Ind.	Valor máximo	Valor mínimo
La Cooperativa	25	14766	591 ± 806	3122	5
Mogote de León	36	18043	489 ± 511	2556	36
La Mantquera	15	6826	455 ± 405	1359	30

Cuadro 6. Producción de frutos de *Prosopis laevigata* por población.

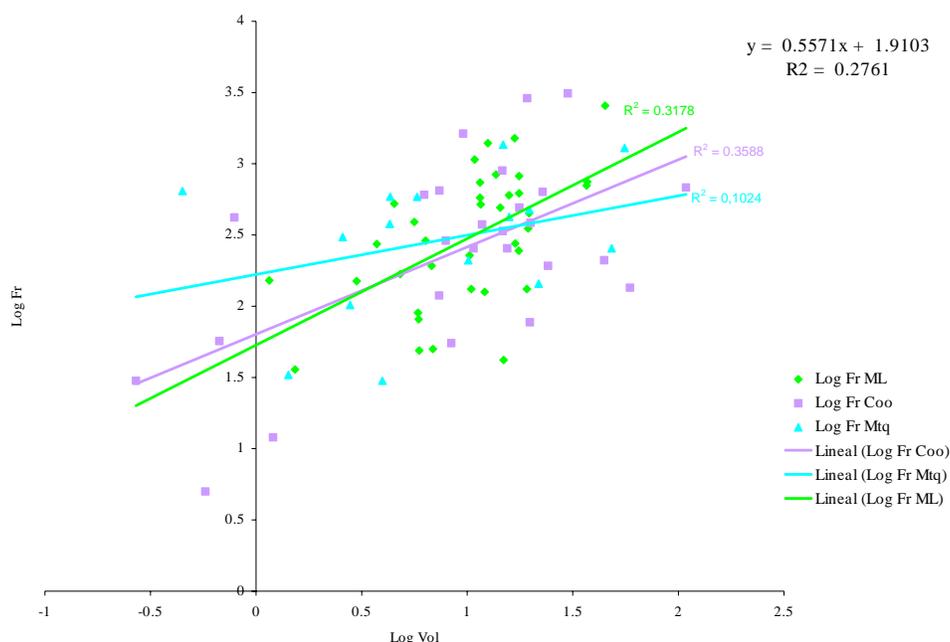


Figura 19. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de frutos producidos por *P. laevigata* (n=77).

***Parkinsonia praecox***. Al igual que en la producción de flores de esta especie, no existen diferencias significativas en la cantidad de frutos producidos ( $p=0.554412$ ;  $f=0.698722$ ,  $p<.0500$ ). La Mantequera presentó  $953\pm1476$  por individuo, Mogote de León ( $902\pm1106$ ,  $n=36$ ), La Reforestación ( $786\pm1102$ ,  $n=36$ ) y La Cooperativa presentó la menor producción de frutos ( $602\pm551$ ,  $n=36$ ) (Figura 20 y Cuadro 7).



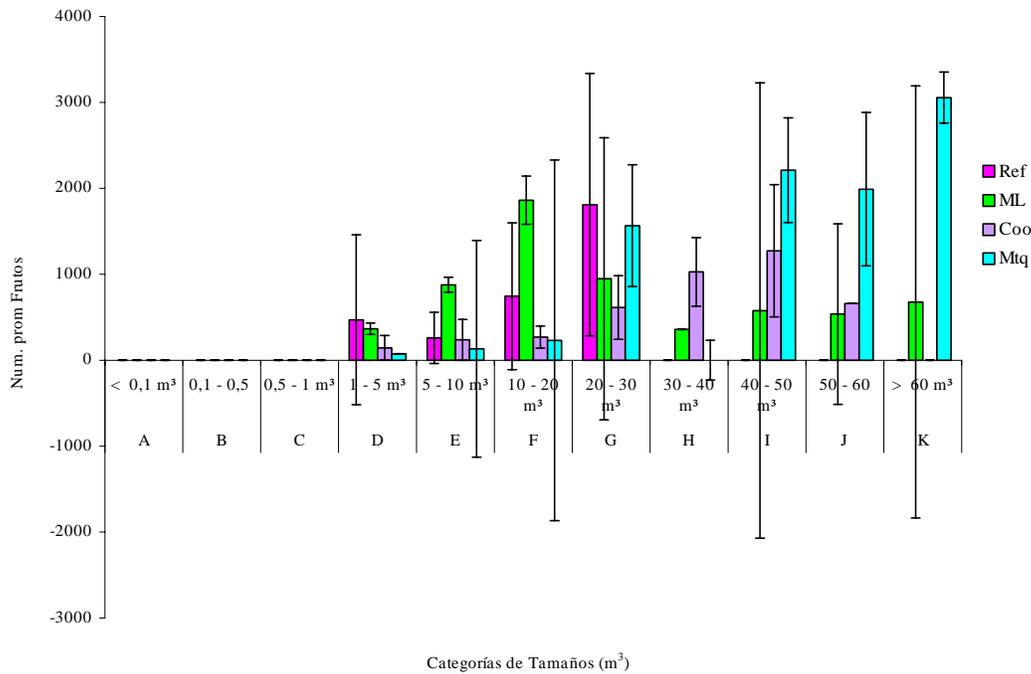


Figura 20. Producción de frutos de *Parkinsonia praecox* en cuatro diferentes niveles de extracción.

Población	# Ind. c/frutos	Producción total	Producción promedio/ Ind.	Valor máximo	Valor mínimo
La Mantequera	30	28599	953 ± 1476	5955	8
Mogote de León	36	32464	902 ± 1106	5843	84
La Reforestación	36	28279	786 ± 1102	4493	116
La Cooperativa	36	21683	602 ± 551	2412	20

Cuadro 7. Producción de frutos de *Parkinsonia praecox* por población.

Aparentemente, en las poblaciones de La Mantequera y La Reforestación la producción aumenta de acuerdo al volumen. En la Fig. 21 se muestra la relación de la producción de frutos y el volumen de los individuos, observándose que existe una baja relación entre estas dos variables en las poblaciones ( $r^2 = 0.3389$ ).

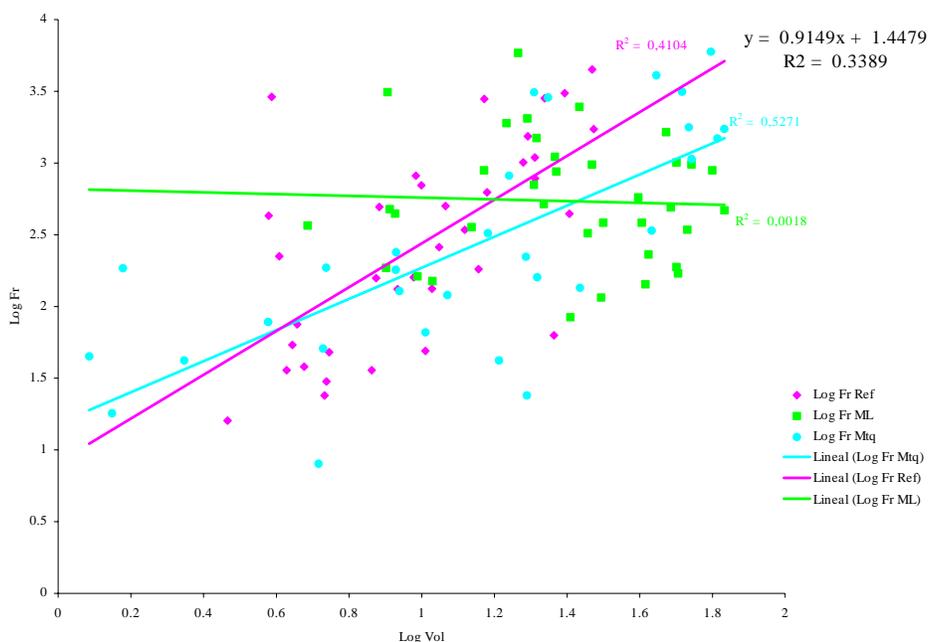


Figura 21. Regresión lineal del logaritmo natural del volumen y el logaritmo natural de frutos producidos por *P. praecox* (n=138).

## Producción de semillas

***Prosopis laevigata*.** Cabe señalar que en La Reforestación y La Mantequera no se obtuvieron datos, debido a que en esta última no había frutos maduros, mientras que, en La Reforestación no se observó producción de frutos.

En general, los individuos de Mezquite produjeron 13 semillas por fruto en el año de estudio. Esta producción fue mayor en Mogote de León ( $16.04 \pm 4.38$ ), aunque presentó el menor número de frutos por individuo. Por su parte, en La Cooperativa la producción de semillas fue menor ( $10.55 \pm 3.55$ ), aunque, la producción de frutos por individuo fue mayor que en las otras poblaciones. De acuerdo con la prueba estadística estas diferencias son significativas ( $p=0.0000$ ;  $f=70.06999$ ,  $p<.0500$ ).





Lo anterior sugiere que cuando un individuo produce más frutos, la cantidad de semillas disminuye y cuando la producción de frutos es menor la cantidad de semillas por fruto aumenta. Asimismo, en la Fig. 22, se observa que el número promedio de semillas por fruto incrementa de acuerdo a la categoría de tamaño.

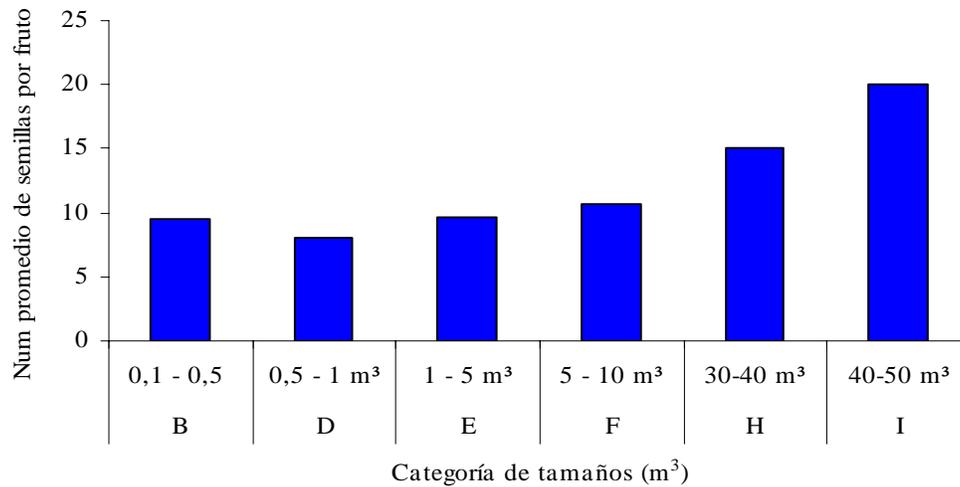


Figura 22. Producción promedio de semillas por fruto por categoría de tamaños de *P. laevigata*.

***Parkinsonia praecox***. Para esta especie el número de semillas producidas en promedio por fruto cambió de una población a otra. Así, los frutos de La Cooperativa y La Mantequera son los que más semillas presentan (4 semillas por fruto), Mogote de León presento 3 semillas por fruto y la Reforestación fue la que menos produjo (2 semillas). Estas diferencias fueron significativas ( $p=0.0000$ ;  $f=15.06424$ ,  $p<.0500$ ).

Como se observa en la Fig. 23, aparentemente no existe relación entre el número de semillas producidas por fruto y la categoría de tamaño. La prueba estadística confirma este hecho.

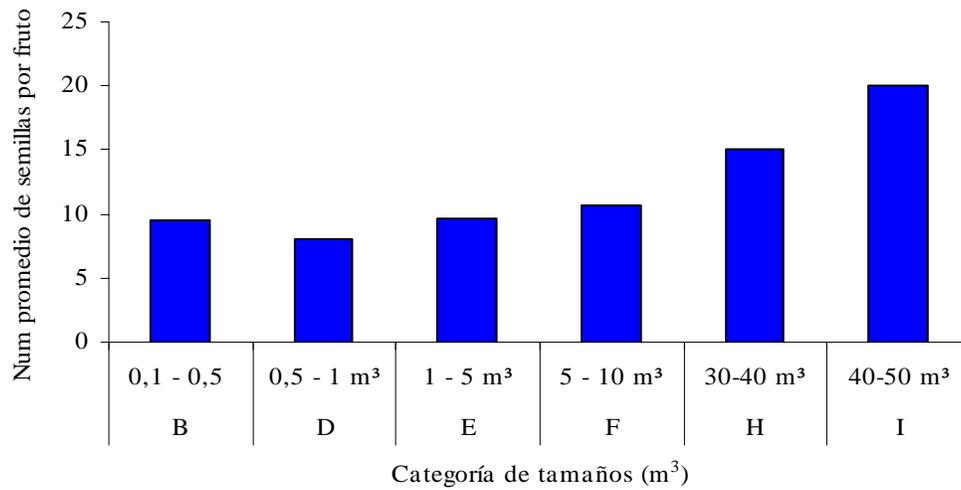


Figura 23. Producción promedio de semillas por fruto por categoría de tamaños de *P. praecox*.

## Depredación de semillas

Diversos estudios han documentado que las semillas de algunas especies de leguminosas como *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox*, son depredadas por brúquidos, entre ellos *Algarobius* y *Mimosestes*, los cuales pueden disminuir la capacidad de germinación de las semillas y por lo tanto, la regeneración natural de las especies (Sánchez de la Vega, 2005; Rosas-López, 2006).

***Prosopis laevigata*.** Con respecto a la depredación de semillas de las dos poblaciones de Mezquite que fueron estudiadas (Mogote de León, 61% y La Cooperativa, 26%), se observa que el porcentaje de daño parece incrementar conforme aumenta el tamaño de los individuos (Fig. 24).



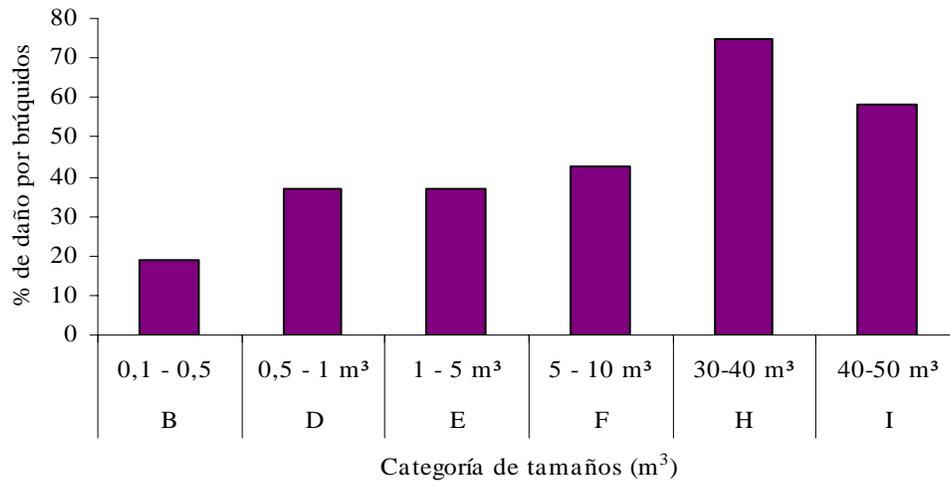


Figura 24. Porcentaje de depredación por categoría de tamaño de *P. laevigata*.

***Parkinsonia praecox***. En lo que respecta al Manteco, el mayor porcentaje de daño por brúquidos a las semillas, se presentó en La Cooperativa (39%); un porcentaje similar se observó en La Mantequera (36%) y el menor daño se presentó en La Reforestación y Mogote de León con 17 y 16%, respectivamente. En términos generales, estos datos sugieren que no existe una relación entre el tamaño de los individuos y el daño producido por los brúquidos.

### Germinación en Laboratorio

***Prosopis laevigata***. Los porcentajes de germinación de Mezquite, en La Cooperativa y Mogote de León, fueron muy bajos (6 y 8%, respectivamente). Para encontrar las posibles causas de esta situación se decidió abrir las semillas y se encontró que para la Cooperativa, el 44% de estas semillas no presentaron embrión (semillas vanas), 32% presentó un daño por brúquidos y el 16% aunque desarrolló un embrión, no germinó. En el caso de Mogote de León el 48% eran vanas, mientras que el 28% no germinaron y el 18% presentó daño por brúquidos.



***Parkinsonia praecox***. Respecto al porcentaje de germinación de Manteco varió, siendo mayor en La Cooperativa (66%), seguido por La Mantequera (49%), La Reforestación (44%) y la que presentó un menor porcentaje de germinación fue Mogote de León (26%). De acuerdo con la prueba estadística ANOVA estas diferencias son significativas ( $p=,000001$ ;  $f=13,63880$ ,  $p<.0500$ ).

En las cuatro poblaciones, bajo condiciones constantes de humedad y temperatura la germinación de las semillas se presentó al tercer día después de ser sembradas. En general, fue similar hasta el día 11, a partir del cual, se mantuvo constante. El registro de los datos tomados sobre este parámetro fue detenido a los 17 días debido a que luego de ese período no hubo germinación en las cuatro poblaciones (Fig. 25).

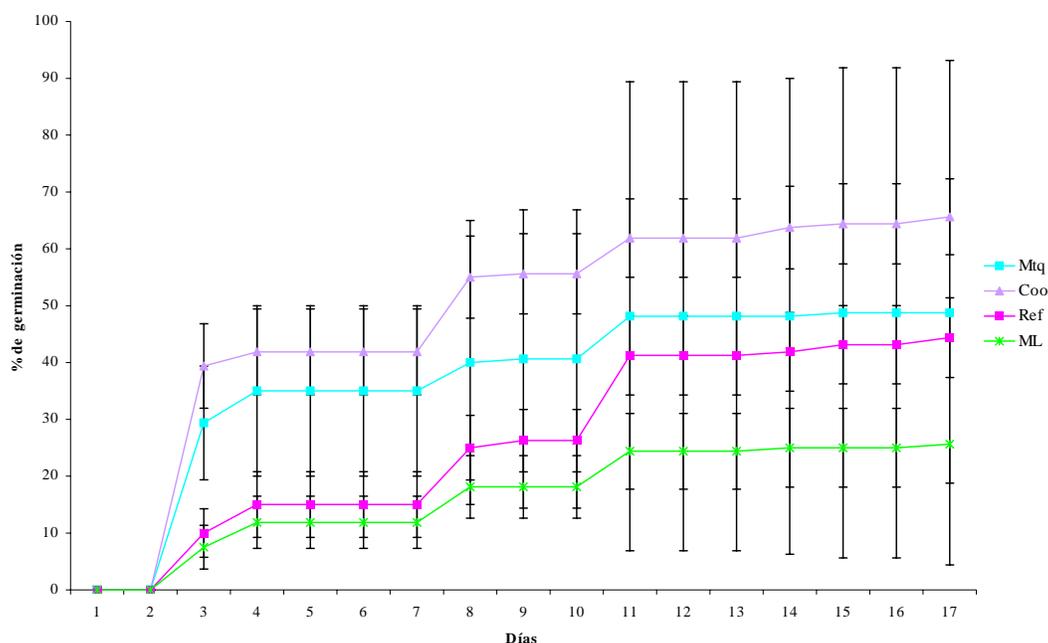


Figura 25. Porcentaje de germinación de *P. praecox* de las cuatro poblaciones.

Por otro lado, la velocidad de germinación, muestra que aparentemente las semillas de La Reforestación germinan más rápido (IG=3,82), seguido por La Cooperativa (IG=3,64) y La Mantequera (IG=2,48), mientras que la germinación en Mogote de León (IG=1,78) fue la más lenta. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $X^2=4.00$ ,  $df = 3$ ,  $p =0.2615$ ).





---

## Cantidad potencial de aprovechamiento de leña

Dada la importancia del uso de las especies estudiadas como leña, se llevo a cabo una estimación de la cantidad de leña potencial en pie que podrían aprovechar los habitantes de la comunidad. A partir de ello se realizaron inferencias sobre el potencial de aprovechamiento de la leña en las poblaciones estudiadas.

***Prosopis laevigata***. En lo que respecta a esta especie, la población de Mogote de León es de la cual podría extraerse una mayor cantidad de leña potencial con un 43%, seguido por La Cooperativa (41%). En contraste, La Reforestación solo aportaría 26% de leña, lo cual se explica por ser una población en recuperación y por la ausencia de individuos que sobrepasan los 10 m<sup>3</sup>. Cabe aclarar que debido a problemas logísticos durante la toma de datos no fue posible obtener datos sobre el potencial de extracción en la población La Mantequera.

Por otra parte, en cuanto al aporte potencial de leña por categoría de tamaños se observa que en *P. laevigata*, aparentemente a medida que aumenta el volumen la obtención de leña incrementa. La categoría de tamaños de 40-50m<sup>3</sup>, es de donde podría obtenerse un mayor porcentaje de leña, aunque, estos individuos son escasos (Fig. 26).

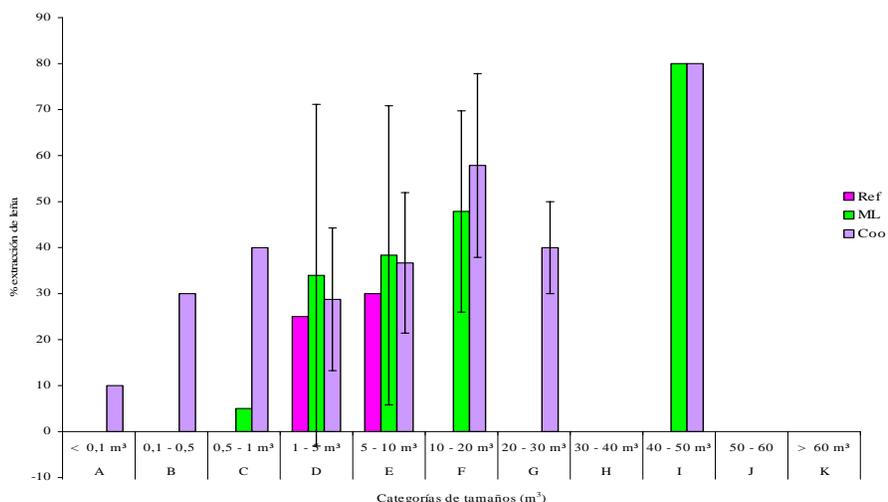


Figura 26. Cantidad de leña potencial por categoría de tamaños de *P. laevigata*.

***Parkinsonia praecox*.** En lo que respecta a esta especie, la población de la Cooperativa podría aportar cerca de 51% de leña, seguida por Mogote de León con 41% de leña y la que menos cantidad de leña aportaría sería La Reforestación (27%) por las razones antes mencionadas.

En La Reforestación (extracción de leña nula), se puede obtener la misma cantidad de leña en todas las categorías, esta situación es similar a la de Mogote de León, principalmente, en las categorías mayores a 5m<sup>3</sup>. En contraste a la Cooperativa donde la cantidad de leña disponible parece estar relacionada con el tamaño de los individuos (Fig. 27), aunque, es una zona donde la explotación se da de manera más intensa.



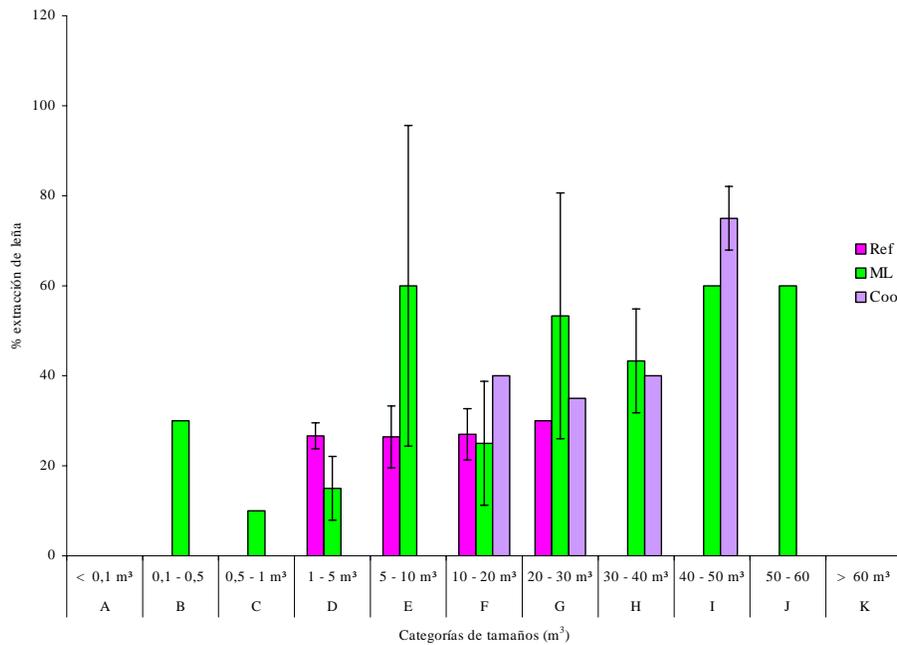


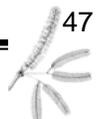
Figura 27. Cantidad de leña potencial por categoría de tamaños de *P. praecox*.

## Modelos de Flujo Numérico

Con los aspectos demográficos estudiados de las cuatro poblaciones con diferente nivel de explotación, se estimó la probabilidad de generación de nuevas plántulas a través de la reproducción sexual; además se simuló y determinó el impacto del aprovechamiento comparando los modelos de las poblaciones con la forma de extracción actual y con una extracción de leña verde.

En el caso de *P. laevigata*, las poblaciones de La Reforestación y La Mantequera fueron excluidas del análisis debido a la ausencia de datos complementarios.

En las poblaciones de Mogote de León y La Cooperativa la probabilidad de que de una flor se produzca una plántula es muy baja (0.7 y 0.8%, respectivamente). Una posible explicación puede ser de que a pesar de la alta producción de flores, la producción de frutos





---

es muy baja, y al menos en el caso de Mogote de León, al parecer también esto se debe al desecamiento (85%) (Fig. 28).

A pesar de que Mogote de León presenta gran producción de semillas por fruto, la depredación de las mismas es alta (61%) y presenta una baja germinación, lo que contribuye a una baja generación de nuevas plántulas. Algo similar ocurre en La Cooperativa, en donde a pesar de que la depredación de semillas es menor (26%), también existe una baja germinación (8%).

En la Figura 29, se observa que si se considera hipotéticamente la extracción de leña verde, la probabilidad se vuelve prácticamente nula en ambas poblaciones (0.3% y 0.5%).

Existe por tanto, una baja probabilidad de que una flor de *P. laevigata* llegue hasta plántula. Esto es preocupante ya que además de la baja producción de flores y frutos, la alta depredación de las semillas y el bajo porcentaje de germinación, los factores externos como la extracción de leña verde provocarían que la regeneración natural se vea mermada.



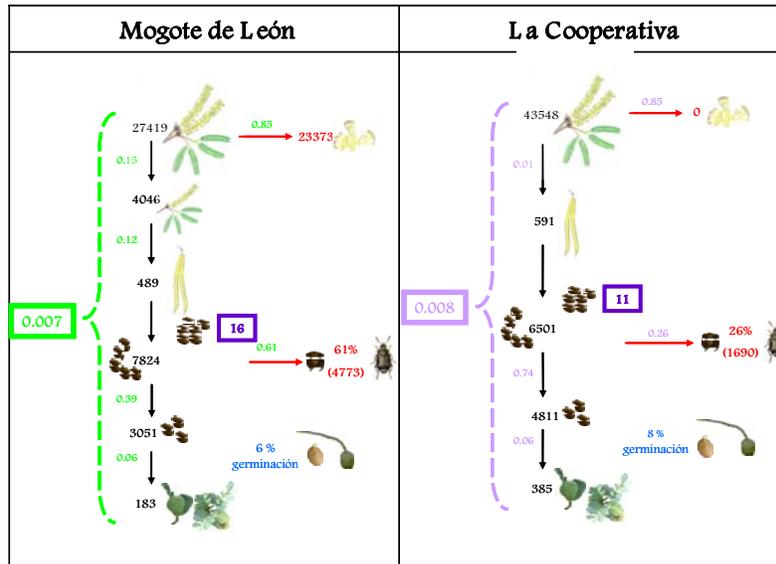


Figura 28. Modelos de flujo numérico de *P. laevigata*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores y la depredación de semillas, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula.

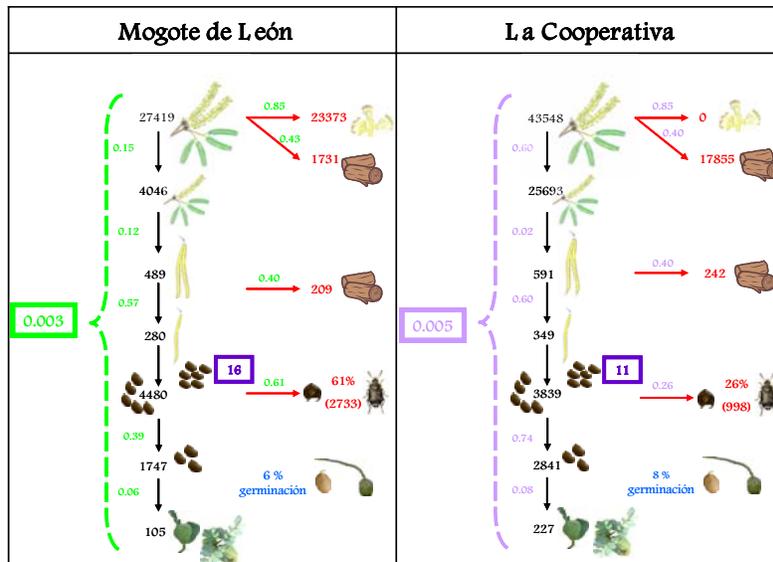


Figura 29. Modelos de flujo numérico de *P. laevigata*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores, la depredación de semillas, además, el efecto de la extracción de leña verde, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula.



---

En *P. praecox*, la población de La Reforestación y Mogote de León presentaron la menor probabilidad de que una flor se convierta en una plántula, con el 32 y 38%, respectivamente. Lo anterior al parecer no está relacionado con la producción de flores y frutos (que fueron altas), ni por el daño por brúquidos, sino por la baja producción de semillas por fruto y la baja germinación de semillas, en el caso de Mogote de León (Fig. 30).

A pesar de la baja probabilidad de que se genere una nueva plántula (al menos con los datos obtenidos para este año), la población de La Reforestación es la que presenta mayor número de individuos pequeños menores a 1.0 m<sup>3</sup>, lo que denota la importancia de tener zonas de conservación en las cuales no exista extracción, ni otros usos del suelo como el pastoreo. La Mantequera y La Cooperativa presentan la mayor probabilidad de producir plántulas (87 y 61%, respectivamente), debido quizá a la alta producción de flores, frutos, semillas por fruto y porcentaje de germinación. Esto resulta interesante si consideramos que, a pesar de la gran producción de flores existe una gran pérdida de estas al pasar a frutos, así como, el alto porcentaje de daño por brúquidos y el nivel de extracción.

Al estimar el impacto en las poblaciones por la extracción de leña verde, la probabilidad de producir plántulas se ve disminuida, ya que en Mogote de León sería únicamente el 23% y en La Cooperativa el 12% (Fig. 31).

Una de las consecuencias más notorias de la extracción sería la pérdida de estructuras reproductivas, lo que sugiere que esta forma de extracción tendría un mayor impacto en las poblaciones ya que reducirían la probabilidad de regeneración natural. En el caso de Mogote de León, provocaría la pérdida del 39 y 40% de flores y frutos, respectivamente; mientras que en La Cooperativa del 50% de flores y 80% de frutos.



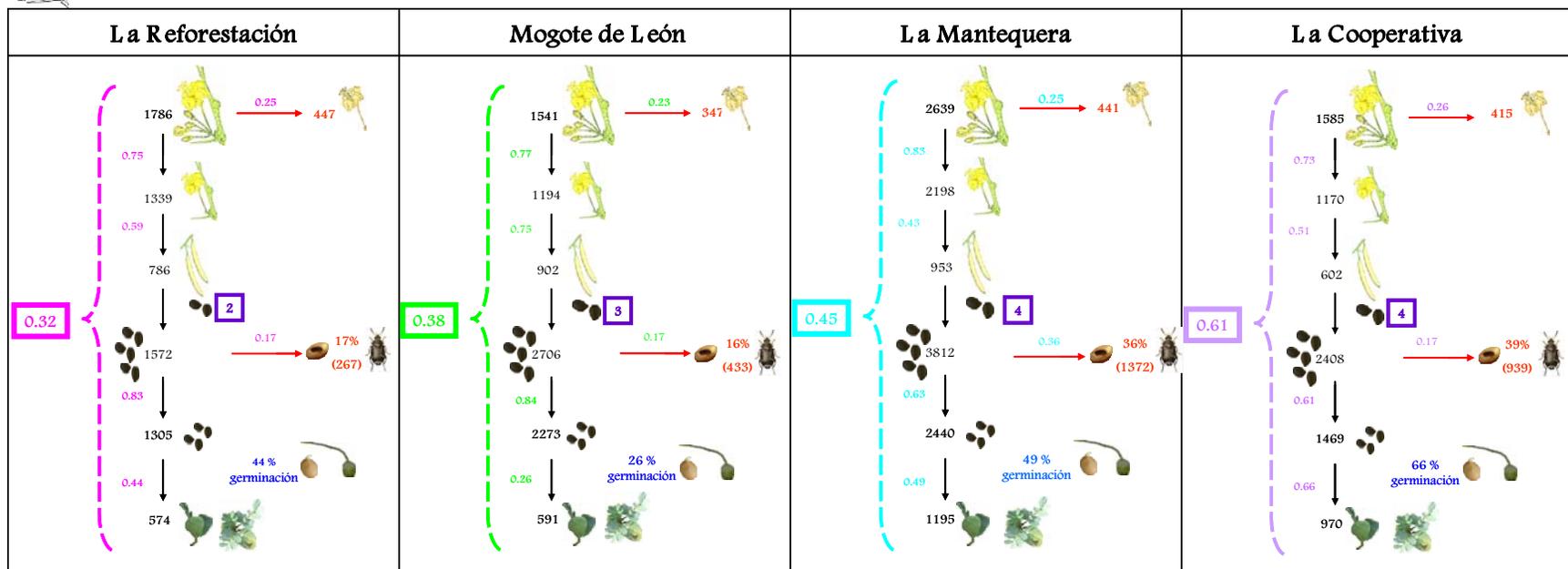


Figura 30. Modelos de flujo numérico de *P. praecox*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores y la depredación de semillas, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula.



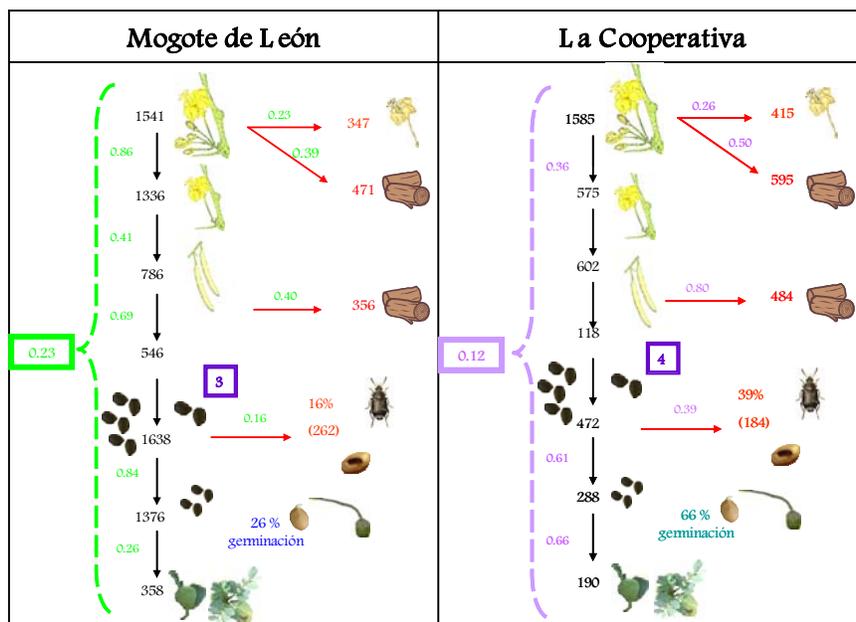


Figura 31. Modelos de flujo numérico de *P. praecox*. Se representa la cantidad promedio por individuo de flores, frutos y semillas producidas y el porcentaje de germinación para cada población, así como la probabilidad de transición hacia la siguiente fenofase (flechas) y los factores externos involucrados como la desecación de flores, la depredación de semillas, además, el efecto de la extracción de leña verde, que influyen en la probabilidad de que una flor genere una plántula.





---

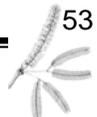
## DISCUSIÓN

La leña es uno de los recursos más importantes dentro de Colonia San Martín. La gente de la comunidad destina diferentes zonas para realizar esta actividad dentro de su área de influencia. Los habitantes de la comunidad destinan la leña, principalmente para autoconsumo, pero también este recurso les representa una alternativa económica para las familias que se dedican a su recolección. Sin embargo los tiempos de colecta (tres a cinco horas) superan la media nacional calculado en 1.7 horas. Esto parece implicar que los habitantes están adaptándose a la fragmentación de las fuentes de leña, mediante la optimización de la mano de obra, al vincular la colecta de leña con la recolección de algunos alimentos y pastoreo del ganado (Antonio *et al* 2006).

La recolección de leña en CSM es selectiva, pues únicamente se cortan ramas secas, lo que también ha sido observado por otros autores en diferentes partes del país (GIRA, 2003), lo cual refuerza la idea de que la extracción de leña no es una causa de la deforestación en esta comunidad, a diferencia de otras zonas donde los árboles son talados o se corta leña verde (Rosas-López, 2006).

Las especies de las cuales se extrae más leña son: *Prosopis laevigata* (Mezquite), *Mimosa luisana* (Cumito), *Acacia constricta* (Guajillo), *Parkinsonia praecox* (Manteco) y *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo), no obstante, dichas especies son abundantes en la zonas estudiadas, como lo demostraron los datos obtenidos en este trabajo.

El Manteco y Mezquite no son sólo especies importantes como fuente de leña, sino que también se destinan a otros usos. El análisis de densidad, cobertura vegetal, biomasa y el Índice de Valor de Importancia ecológica, indican que son de las especies sinecológicamente más importantes en las zonas donde se desarrollan. De las dos especies, el Mezquite es la especie que presenta la mayor preferencia por la gente de la comunidad. Esto se podría atribuir a las propiedades que presenta, como son la combustión duradera y la





---

poca producción de humo (Paredes-Flores, 2001). En contraste, aunque el valor del Manteco como leña es considerable, es una especie mucho más apreciada por ser el hospedero del Cuchamá y por lo tanto, es objeto de cierto tipo de manejo como la tolerancia (Rosas-López, 2006).

La importancia de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* se pudo hacer evidente a través de la información recabada en las entrevistas estructuradas y censos de vegetación, lo que corrobora lo documentado en otros estudios (Martorell, 1995; Paredes-Flores, 2001; Rosas-López, 2006; Pérez-Negrón, 2000; Casas *et al.*, 2001), que registran a estas especies como recursos combustibles importantes en varias zonas del Valle de Tehuacan-Cuicatlán.

Dada la importancia de estas especies para los pobladores de Colonia San Martín, se justifica ampliamente el estudio de los aspectos demográficos evaluados en las cuatro poblaciones sujetas a diferente nivel de explotación, así como el efecto potencial de la extracción de leña en dichas poblaciones. En términos generales, los resultados obtenidos muestran que existen diferencias entre las poblaciones de *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* en algunos de los aspectos demográficos estudiados. Así, en cuanto a la densidad, en las poblaciones de *P. laevigata* varió, siendo mayor en la población donde se extrae mayor cantidad de leña (La Cooperativa). Por el contrario, para *P. praecox* los valores de densidad encontrados fueron similares en las zonas de estudio y mayores que *P. laevigata*. No obstante, los valores encontrados de ambas especies, concuerda con lo observado para la zona de estudio en trabajos anteriores (Oliveros, 2000; Osorio *et al.*, 1996 y Roldan-Matías, 2004). Esto sugiere que la extracción de leña no está afectando este aspecto demográfico, ya que no disminuye la cantidad de individuos en las zonas debido a esta actividad.

La estructura de tamaños de ambas especies mostró diferencias significativas en las cuatro poblaciones. En general, pero particularmente en *P. laevigata*, se pudo observar que la cantidad de individuos de las categorías de tamaño pequeñas y mayores es baja, y que la mayor proporción de individuos se agrupa en las categorías intermedias. Considerando que





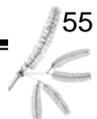
---

la extracción se hace de ramas secas, es posible suponer que estas diferencias pueden ser el resultado de las condiciones ambientales y la historia del sitio, más que un efecto directo de la extracción.

La cantidad de individuos de las categorías menores, aunque es baja, es relativamente más alta si se compara con lo registrado en otros estudios realizados dentro del Valle de Zapotitlán Salinas (Sánchez de la Vega, 2005; Oliveros, 2000; Roldán, 2002), quienes señalan que no existen individuos de *P. laevigata* menores a 50 cm o que estos son escasos. En el caso de *P. praecox* la cantidad de estos individuos es similar a lo mencionado por Rosas-López (2006), aunque difiere de lo observado por Oliveros (2000) quien encontró una nula producción de plántulas menores a 30 cm. Considerando lo anterior y los datos aquí registrados, es posible suponer que las poblaciones están en crecimiento, debido a que aparentemente existe reclutamiento de ambas especies en las poblaciones y principalmente en La Reforestación, lo cual puede ser producto de cohortes que se establecieron en años favorables (Sánchez de la Vega, 2005), así como también porque esta población prospera en una zona libre de pastoreo y de cualquier otro tipo de explotación.

La existencia de una mayor cantidad de individuos en las categorías de tamaño intermedias, por su parte, sugiere que en la zona de estudio las poblaciones de estas especies podrían mantenerse constantes si se presentan las condiciones favorables para ello, debido a que estos individuos son los que producen mayor cantidad de flores, frutos y semillas por fruto.

La escasa presencia de individuos mayores en la zona, en el caso de *P. laevigata*, pudiera estar relacionado con la historia del sitio en el que se encuentran, ya que la presencia de tocones y retoños en algunas de las zonas de estudio, sugiere la posible extracción de leña verde de individuos adultos en años anteriores, aunque cabe resaltar que actualmente sólo se extraen ramas secas.





---

La proyección de la probabilidad de reproducción, también arrojó resultados interesantes. Así, en ambas especies se encontró que todos los individuos de ambas especies están floreciendo cuando alcanzan un volumen de 20 m<sup>3</sup>, independientemente de que el inicio de este proceso varía en cada población. Estos datos concuerdan con lo registrado por Rosas-López (2006), aunque difiere de lo señalado en otro estudio sobre *P. laevigata* (Sánchez de la Vega, 2005), en donde se documentó que la floración se presenta generalizadamente a partir de los 10m<sup>3</sup> y que los individuos producen flores de manera constante a los 30 m<sup>3</sup>.

El inicio de la floración y el momento de la máxima producción de flores, estarían determinados por el genotipo y como interactúa con las condiciones ambientales específicas (Weaver, 1990). En este contexto, se pudo documentar que la producción de flores fue diferente entre las especies. Así, mientras para *P. praecox* fue similar entre las poblaciones, para *P. laevigata* existieron diferencias significativas, las cuales se deben probablemente a factores ambientales propios de cada zona. En el caso de La Cooperativa, además de lo anterior, quizá también pueda ser el resultado de una mayor extracción de leña seca (poda) a la que son sometidos los individuos. Aunque las consecuencias ecológicas de extraer leña seca aún son desconocidas (Shackleton, 1993), se ha sugerido que esta práctica podría incluso representar una ventaja ecológica ya que evita riesgos como incendios, enfermedades y podría dar mayor vigor a las plantas para conseguir mayor biomasa y producción de estructuras reproductivas tras la eliminación de partes secas (Calderón, 1986).

En cuanto a la producción de frutos, es común que en las angiospermas lleguen a la madurez un número menor de frutos respecto a las flores que producen (Larson y Barret, 2000), lo cual se documentó en *P. laevigata*, pues aunque hubo diferencias en la producción de flores, la de frutos fue similar. Este hecho pudiera atribuirse a las posibles pérdidas durante la transición de flores a frutos, lo cual sucede por diversas causas como la acción de los vientos. Córdoba *et al.*, (2006), observaron que el viento afectó la cantidad y calidad de flores de *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis* que provocaron el desecamiento del 98.5% de flores de la población.





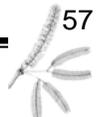
---

Por otra parte, la producción de frutos de *P. laevigata* para el año de estudio fue menor a la reportada en otros trabajos (Roldán-Matías, 2002 y Sánchez de la Vega, 2005). Estas diferencias pueden ser producto de una variación interanual en la producción de estas estructuras, tal como lo reportan algunos pobladores de la comunidad. Aunque este efecto no ha sido documentado para esta especie, ha sido registrado para el género *Prosopis* en Argentina por Karlin y Díaz (1984), quienes observaron una gran variación interanual en la producción de frutos y semillas. Un caso similar es el de *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinaceae) de Brasil, cuya fructificación solo ocurre en ciclos supra-anales, con años de producción intensa, seguidos de años de menor fructificación como una estrategia de conservación contra depredadores (Pedroni *et al.*, 2002). Es necesario, sin embargo, obtener más datos que permitan confirmar esta idea.

En el caso de *P. praecox*, tanto la probabilidad de reproducción, como la producción de flores y frutos, arrojaron números similares en las cuatro poblaciones, lo cual sugiere que aparentemente el nivel de extracción al que son sometidas no afecta los aspectos reproductivos de las plantas. Esto difiere de lo señalado por Rosas-López (2006) quien reporta que estos atributos sí se ven mermados por las prácticas de manejo al que son sometidas algunas poblaciones de esta especie en Zapotitlán Salinas.

En relación a la producción de semillas por fruto de *P. laevigata*, el intervalo de 10-16 semillas fue similar a lo documentado por Cantú (1990) en Linares Nuevo León, (5 a 25 semillas) y por Roldán (2004) en Zapotitlán Salinas (14-20 semillas). Al parecer esta producción disminuye cuando la cantidad de frutos producidos es mayor, lo cual se observa de manera más clara en la población de La Cooperativa.

La producción promedio de semillas de *P. laevigata* para las poblaciones Mogote de León y La Cooperativa fue de 7 029, lo cual está muy por debajo de lo obtenido por Sánchez de la Vega (2005) para esta especie (alrededor de 16 000 semillas). Al respecto, algunos autores indican que la producción de semillas podría estar limitada por la pérdida de una





---

gran cantidad de flores que afectaron la producción de frutos, lo cual se adapta bastante bien a lo observado, tanto en la zona de este y otros trabajos (Sánchez de la Vega, 2005; UBIPRO, 2001), como en otros sitios como Nuevo León y San Luis Potosí (Cantú, 1990; Villanueva, 1993).

En el caso de *P. praecox* se presentó una producción de 2-4 semillas por fruto, siendo mayor en las poblaciones con un nivel mayor de extracción y una producción promedio total de semillas de 88 770. Estos datos contrastan con los de Rosas-López (2006), quien documentó una mayor producción de semillas por fruto (5-8), pero una menor producción total (13 551 semillas).

En cuanto a la depredación de semillas, se observa que ambas especies se ven afectadas por brúquidos. Curiosamente las poblaciones de Mezquite resultaron las más afectadas específicamente Mogote de León donde el nivel de extracción es más bajo. Esto contrasta con lo observado en el Manteco, donde el mayor porcentaje de afectación se presentó en las zonas de mayor extracción. Estas diferencias sugieren que la depredación de semillas no parece estar relacionada con la extracción de leña, sin embargo, es importante evaluar este aspecto ya que el ataque por brúquidos es una fuente significativa de pérdidas pre y post-dispersivas que influyen en el establecimiento de plántulas (Lerner y Peinetti, 1996). Algunos autores reportan que el daño por brúquidos, puede llegar a ser del más del 50%, pudiendo llegar incluso hasta el 100% (Salas *et al.*, 2000 y Roldan, 2004 en Sánchez de la Vega, 2005).

La germinación registrada para *P. laevigata* en este trabajo también es un tanto controversial, pues es baja (6 y 8%), si se compara con otros trabajos realizados con esta especie. En ellos se han documentado porcentajes de germinación entre 11-64% (García-Aguilera *et al.*, 2000; Torres *et al.*, 2000; Flores, 2001; Roldan, 2004; Sánchez de la Vega, 2005; Martorell, 1995). Sin embargo, si se compara con otros estudios, donde se obtuvieron valores de 0 a 1.25% (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2000). Para entender las posibles causas de la baja germinación obtenida se recuperaron al final del experimento las semillas no





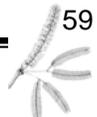
---

germinadas y se observó que el mayor porcentaje de las semillas eran vanas (no presentaban embrión); la segunda causa fue el ataque de brúquidos (sin daño aparente) y el resto presentaron embrión pero no germinaron, posiblemente porque no se imbibieron debido a la dureza e impermeabilidad de sus cubiertas (Martorell, 1995).

La germinación de semillas de *P. praecox* fue diferente en las cuatro poblaciones. El mayor porcentaje se obtuvo con las semillas procedentes de la población de La Cooperativa (66%) y el menor (26%) en Mogote de León. Este intervalo obtenido, es diferente del registrado (54-80%) por Rosas-López (2006). No obstante este contraste, aparentemente la capacidad germinativa y la velocidad de germinación de esta especie no se ven afectadas por el grado de extracción de las zonas, ya que las poblaciones con mayor nivel de explotación fueron las que presentaron mayor tasa de germinación.

Con respecto al establecimiento, aunque no se realizaron experimentos de campo y laboratorio, se pudieron hacer algunas observaciones de campo que revelan datos de interés. Así, se observó que después de las primeras lluvias había plántulas de estas especies bajo los individuos adultos, muchas de las cuales tras un período de aproximadamente un mes, se observaron totalmente secas, mientras que otras ya habían desaparecido. Es posible que esto se deba a las condiciones de aridez del medio, o bien al ataque de depredadores.

El ejercicio realizado para tratar de plantear inferencias sobre la cantidad de leña potencial que podrían aprovechar los habitantes de la comunidad, arrojó diferencias en las poblaciones. En lo que respecta a *P. laevigata*, los porcentajes de leña que se podrían extraer son muy similares entre las poblaciones con alto y bajo nivel de extracción (Mogote de León y La Cooperativa). En el caso de Mogote de León, donde se encontró una posible explicación es que solo ciertas personas con autorización del dueño cortan leña en esta zona y por lo tanto existe una mayor disponibilidad de este recurso. En el caso de La Cooperativa, se observa que la extracción es mayor, la disponibilidad del recurso es alta. En contraste, La





---

Reforestación solo aportaría 26%, lo cual se explica por ser una población en recuperación y por la ausencia de individuos que sobrepasan los 10 m<sup>3</sup>, de los cuales se obtiene la mayor cantidad de leña. Esto contrasta con lo encontrado por Shackleton (1993) quien en un estudio similar realizado en África encontró mayor cantidad de leña potencial en la zona en la que no se corta leña que en la sometida a extracción. La alta disponibilidad de este recurso en las poblaciones con mayor nivel de extracción, debido al alto número de individuos presentes en la zona, nos indica que las personas de esta comunidad acuden a aquellas zonas donde pueden obtener más leña y dejan descansar aquellas donde este recurso es más escaso, lo cual puede representar una estrategia para la conservación de las poblaciones naturales de esta especie.

En cuanto a *P. praecox*, la disponibilidad de leña de esta especie es mayor a la que aportaría *P. laevigata* en todas las poblaciones, lo cual podría explicarse porque no presenta tanta presión por el hombre y el ganado, además de las prácticas de manejo a la que son sometidas por el valor cultural y económico que le confiere el ser el hospedero del Cuchamá.

El modelo de extracción de leña para estas dos especies (obtención de ramas secas) y la existencia de zonas con diferentes niveles de explotación, no sólo sugiere que los habitantes de Colonia San Martín llevan a cabo una estrategia de distribución de los riesgos entorno a este recurso, sino también prácticas que no están afectando los atributos demográficos de estas dos especies. Con el fin de conocer que ocurriría si estas prácticas cambiaran y se extrajera leña verde, se hicieron inferencias sobre el impacto que este hecho tendría sobre las poblaciones vegetales. El modelo para *P. praecox*, muestra que con el manejo actual de las poblaciones se presenta mayor probabilidad de generar plántulas en La Mantequera y La Cooperativa, debido principalmente a la alta producción de estructuras reproductivas y a la buena tasa de germinación. Si se considera que ambas poblaciones presentan un alto nivel de explotación esto sugiere que las características reproductivas no se ven afectadas por la forma en que se obtiene la leña. Ahora bien, si se toma en cuenta la extracción de leña verde, las consecuencias de este uso se reflejarían en la disminución de la cantidad de plántulas que podrían establecerse en las poblaciones naturales, ya que la

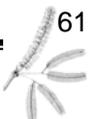




---

producción de estructuras reproductivas se reduciría considerablemente. En el caso de *P. laevigata*, la probabilidad de generar plántulas es menor, ya que los resultados proyectan una menor producción de estructuras reproductivas y una baja tasa de germinación de semillas. Si además se considera el efecto de la extracción de leña verde, el panorama se vuelve crítico, ya que esta probabilidad es casi nula.

Aunque se requieren estudios complementarios como la supervivencia en campo, los datos obtenidos sobre la extracción de leña mediante las entrevistas y recorridos participativos, la evaluación de la densidad y de los aspectos demográficos (estructura de tamaños, producción de flores, frutos y semillas, depredación y germinación), han permitido evaluar el estado actual de las poblaciones en menos tiempo y de forma más completa. También se pudo conocer el uso y extracción de este recurso, al integrar estos tres enfoques. Por otro lado, las inferencias realizadas sobre el destino de las poblaciones, desde otro panorama como es la extracción de leña verde, permiten sugerir el posible impacto de esta actividad en las características demográficas poblacionales y la importancia de preservar la forma de extracción de leña actual (ramas secas).





---

## CONCLUSIONES

1. *Prosopis laevigata* y *Parkinsonia praecox* son dos especies de gran importancia como leña en la comunidad de Colonia San Martín, además de que son dominantes en las comunidades en las que prosperan. No obstante esta importancia, el estudio de atributos demográficos importantes (estructura de tamaños y aspectos reproductivos como producción de flores, frutos y semillas, así como la capacidad de germinación de estas últimas) en poblaciones de ambas especies sujetas a diferentes intensidades de explotación, no arrojó resultados que sugieran efectos significativamente importantes en dichos atributos.
2. Las diferencias encontradas en algunos de los aspectos estudiados, pueden atribuirse a diferencias ambientales, ya que la práctica de extracción que se lleva a cabo en Colonia San Martín (obtención de ramas secas), es una estrategia que no incide en los atributos demográficos de las especies.
3. Los resultados obtenidos de la aplicación de modelos de flujo numérico a los datos obtenidos refuerzan lo anterior, pues revelaron que un cambio en la estrategia (extracción de leña verde) podría afectar de manera importante la regeneración natural de las poblaciones.
4. No obstante que la extracción de leña no es un factor que esté afectando a estas dos especies, se debe poner atención a *Prosopis laevigata*, ya que la información obtenida indica que existe una muy baja probabilidad de integrar nuevos individuos a la población. Lo anterior es importante, pues aunque algunas de sus características reproductivas se pueden ver afectados por las condiciones climáticas, se deberían hacer más estudios sobre el fenómeno de variación interanual de flores y frutos, ya que de seguir esta misma tendencia, las poblaciones de esta especie en el área de estudio posiblemente se verían perjudicadas.
5. Los datos obtenidos de este estudio, junto con la información sobre la extracción del recurso derivada de otros trabajos paralelos, pretendían ser una base que permitiera plantear estrategias para la explotación más racional del recurso y la reforestación de las zonas en donde estas especies estén más afectadas por la extracción de leña. Sin

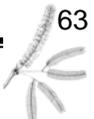




---

embargo, considerando que la forma de explotación actual (obtención de ramas secas) no parece afectar las poblaciones naturales de estas especies, lo único que se puede recomendar es continuar con esta forma de extracción.

6. La participación de habitantes de la comunidad en la obtención de información de las poblaciones y en las distintas actividades fue fundamental para llevar a cabo este trabajo, ya que como usuarios del recurso, su participación fue indispensable para integrar los aspectos sociales y ecológicos de las especies.





---

## BIBLIOGRAFÍA

Abrego, R. J. H. 1991. Estudio fenológico del mezquite (*Prosopis spp.*) en 4 localidades del estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Aldasoro, M. M y M. Paredes-Flores. 2000. El Cuchamá, *Paradirphia fumosa* (Lepidoptera, Aturnidae), insecto comestible de la comunidad de Zapotitlán Salinas, Puebla. Memorias del Congreso Nacional de Entomología, México.

Antenaza, C., M. Atahuachi, S. Arrazola, E. Fernández y G. Navarro. 2000. Ecología y Biogeografía del genero *Prosopis* (*Mimosaceae*) en Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 8: 25-36

Antonio, X., Purata, S. y Treviño, E. 2006. Análisis social y espacial del uso de leña en el trópico mexicano. Ciencia UANL, Vol. IX, No. 2

Arias-Toledo, A. A. 2000. Las plantas de Zapotitlán Salinas, Puebla: Un folleto de divulgación y conservación. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 126 pp.

BOLFOR; Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia

Calderón, A. E. 1986. La poda de árboles frutales. Ed. LIMUSA. México. 549 pp.

Camargo-Ricalde, S.L., S. S. Dhillion y V. García-García. 2004. Phenology, and seed production and germination of seven endemic *Mimosa* species (Fabaceae-Mimosoideae) of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. Journal of Arid Environments 58: 423-437.





---

Campbell B. y M. Luckert. 2003. Evaluando la cosecha oculta de los bosques. Métodos de evaluación para bosques y recursos forestales. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay.

Casas A., A. Valiente-Banuet, J. L. Viveros, J. Caballero, L. Cortez, P. Dávila, R. Lira e I. Rodriguez. 2001. Plant resources of the Tehucán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany* 55: 129-166.

Cervantes, R. C. M. 2002. Plantas de Importancia Económica en las Zonas Áridas y Semiáridas de México. *Temas Selectos de Geografía*. Instituto de Geografía. UNAM. 155 pp.

Córdoba, A., A. Verga, M. Mottura y D. López. 2006. Comportamiento de la floración y sistemas de apareamiento de los híbridos de algarrobo. IFFIVE-INTA. Córdoba. 206-209

Cunningham, A. B. 2001. *Etnobotánica aplicada. Pueblos, uso de plantas silvestres y conservación*. WWF International, UNESCO, Royal Botanic Gardens Kew. 312 pp.

Cunningham, A. B. y F. T. Mbenkum. 1993. Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon: A medicinal plant in international trade. *People and Plants working paper 2*. Paris, UNESCO. 28 pp.

Dávila, A. H. 1983. La distribución del mezquite en México. Segunda reunión nacional sobre ecología y domesticación de plantas útiles del desierto. División Forestal. SAGAR. *Publicación Especial No. 43*. Pp. 135 – 137.

Dávila, P. 2005. Macroproyecto Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano. Programa Transdisciplinario en Investigación y Desarrollo para Escuelas y Facultades. Universidad Nacional Autónoma de México. 193 pp.



---

Elzinga, C. L., D. W. Salzert, y J. W. Willoughby. 1998. Measuring and Monitoring Plant Populations. BLM Technical Reference 1730-1, USA.

Esparza-Olguín, L., T. Valverde y E. Vilchis-Anaya. 2002. Demographic analysis of a rare columnar cactus (*Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, Mexico. *Biological Conservation* 103: 349-359.

Espinosa, H. A. y M. P. Lina. 2007. La sobreexplotación del mezquite y el deterioro de los ecosistemas 1. Disponible en: <http://www.fao.org/>

FAO, 1983. Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Roma. 132 pp.

FAO. 1996. Situación dendroenergética en México. Proyecto FAO/MEX/TCP/4553A. Consultor en México: E. Riegelhaupt FAO Documentos de trabajo 1. México, D. F. 12 pp.

FAO. 2001. Manual para el nivel de campo. Programa de Análisis Socioeconómico de Género.

Flores, J. y O. Briones. 2001. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. *Journal of Arid Environments* 47: 485-497.

Flores, F. J. L. y R. I. Yeaton. 2000. La Importancia de la competencia en la organización de las comunidades vegetales en el Altiplano mexicano. *Interciencia*. Vol. 25, No. 8. 365-371

Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), A.C. 2003. El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones. Informe Final.

Godínez-Alvarez, H., L. Ríos-Casanova y F. Pérez. 2005. Characteristics of seedling establishment of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50: 375-380.





---

Godínez-Alvarez, H., A. Valiente-Banuet y L. Valiente Banuet,. 1999. Biotic interactions and the population dynamics of the long-lived columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Canadian Journal of Botany* 77: 203-208.

Godínez-Alvarez, H., M. Jiménez, M. Mendoza, F. Pérez, P. Roldán, L. Ríos-Casanova y R. Lira. En proceso. Densidad, estructura poblacional, reproducción y sobrevivencia de cuatro especies de plantas utiles en el Valle de Tehuacan, México.

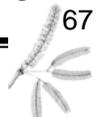
González-Zertuche, L., y A. Orozco-Segovia. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: Manfreda *Brachystachya*. *Bol. Soc. Bot. México*. 58: 15-30.

Hamerlynck, E. P., J. R. McAuliffe y S. D. Smith. 2000. Effects of surface and sub-surface soil horizons on the seasonal performance of *Larrea tridentata* (creosotebush). *Functional Ecology* 14: 596-606.

Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. New York. USA. 892 pp.

Jiménez, M. V. 1999. Propagación y producción de especies (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Mimosa depauperata* Benth) de importancia forestal no maderable en “el Dexthi-San Juanico” Municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Jiménez Valdés, M., R. Lira, H. O. Godínez & J. Caballero. 2004. Evaluación del efecto de las formas de aprovechamiento sobre la dinámica poblacional de *Agave marmorata* Roezl.(Agavaceae) en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Un estudio demográfico. En: Memorias del Simposio Aplicaciones Ecológicas y Etnobotánicas en la Evaluación de Sustentabilidad: Perspectivas Para el Manejo de los Recursos Naturales. XVI Congreso





---

Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Oaxaca, Oax.

Jordano, P. y M. C. Herrera. 1995. Shuffling the offspring: Uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Écoscience* 2: 230-237.

Karlin, U. y R. Díaz, 1984. 1984. Potencialidad y Manejo de Algarrobos en el Árido Subtropical Argentino. Proyecto Especial OEA N° 53, pp. 59

Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. Harla. México. 753 pp.

Larson, B.M.H. y S. C. Barret. 2000. A comparative análisis of pollen limitation in flowering plants. *Biological Journal of the Linnean Society*. 69: 503-520.

Lerner, P. y Peinetti, R. 1996. Importance of predation and germination on losses from the seed bank of calden (*Prosopis caldenia*). *Journal of Range Management* 49: 147 - 150.

López-Galindo, F., D. Muñoz-Iniestra, M. Hernández-Moreno, A. Soler-Aburto, M. C. Castillo-López e I. Hernández-Arzate. 2003. Análisis integral de la toposecuencia y su influencia en la distribución de la vegetación y la degradación del suelo en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Bol. Soc. Geol. Mex.* 56(1): 19-41

Macías-Cuellar, H., P. Dávila, A. Casas y O. Téllez. 2004. Los sistemas de recolección de recursos vegetales en cuatro comunidades de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla. XVI Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Oaxaca, Oax.

Martínez, L. M. J. 1994. El mezquite (*Prosopis laevigata*): Evaluación experimental de métodos de producción de plántulas en vivero. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México.





---

Martínez-Rodríguez, O. A., J. Rivera-Maya y E. Santamaría-Cesar. 2000. Evaluación de 25 tratamientos pregerminativos en semillas de Mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) en área de influencia de la URUZA. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 93-99 pp.

Martorell, D. C., 1995. Consecuencias ecológicas y alternativas del uso de la leña en la comunidad de los Reyes Metzontla, Pue. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad nacional Autónoma de México. 136 pp.

Masera, O.R. 1996. "Uso y Conservación de Energía en el Sector Rural: El caso de la leña". Documentos de Trabajo No. 21, GIRA A.C. Pátzcuaro, México. (febrero) 42 pag.´

Masera, O.R. J. Navia (Coords), T. Arias y E. Riegelhaupt, 1997. "Patrones de Consumo de Leña en Tres Micro-regiones de México: Síntesis de Resultados". Proyecto FAO/MEX/TCP/4553(A), Pátzcuaro, Michocacán, México. Junio. 42 pag.

McAuliffe, J. R. 1990. Paloverdes, pocket mice, and bruchid beetles: interrelationships of seeds, dispersers, and seed predators. The Southwestern Naturalist 35: 329-337.

McKean, S. G. 2003. Toward sustainable use of palm leaves by rural community in Kwazulu-Natal, South Africa. Economic Botany 57: 65-72.

Mendoza, O. M. 2006. Características demográficas de *Castela tortuosa* Liebm en dos terrazas aluviales con distinto grado de deterioro en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.



---

Oliveros, G. O. 2000. Descripción estructural de las comunidades vegetales en las terrazas fluviales del río El Salado, en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Olmsted, I. y E. R. Alvarez-Buylla. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in México. *Ecological Applications* 5: 484-500.

Ortega, B. P. 2001. Demografía de la cactácea columnar *Escontria chiotilla*. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 82 pp.

Osorio, B. O., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina. 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 - 58.

Paredes-Flores, M. 2001. Contribución al estudio de la flora útil de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 96 pp.

Paredes-Flores, M., R. Lira y P. Dávila. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica Mexicana*. 79: 13-61

Pedroni, F., M. Sánchez y F. A. M. Santos. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. –Leguminosae, Caesalpinioidea) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V. 25, n.2, p. 183-194

Peres, C., C. Baider, P. Zuidema, L. Wadt, K. Kainer, D. Gomes-Silva, R. Salomao, L. Simoes, E. Franciosi, F. Cornejo, R. Gribel, G. Shepard, M. Kanashiro, P. Coventry, D. Yu, A. Watkinson y R. Freckleton. 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 302: 2112-2114.





---

Pérez-Vega, F. 2004. Aspectos demográficos de dos poblaciones de *Stenocereus stellatus*, una cactácea endémica del centro de México. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 36 pp.

Pérez-Negrón, E. 2002. Etnobotánica y aspectos ecológicos de las plantas útiles de Santiago Quiotepec, Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 272 pp.

Rangel, L. S. y R. Lemus. 2002. Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales entre los Ixcatecos de Santa María Ixcatlán, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Roldan-Matías, P. 2004. Patrones demográficos de *Prosopis laevigata* en un ambiente fragmentado del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 40

Rosas-López, R. 2003. Estudio Etnobotánico de San Rafael Coxcatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 95 pp.

Rosas-López, R. 2006. Aspectos etnobotánicos y demográficos de *Parkinsonia praecox* (Ruíz & Pavón) Hawkins, especie útil de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 73 pp.

Rosas-López, R. y Casa de Salud Colonia San Martín, 2007. Censo de Población de Colonia San Martín



---

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.

Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoidae) en Norteamérica. *Acta Botánica Mexicana* 3: 7 - 19.

Sánchez-Paredes, L. 2007. Diagnostico y consecuencias ecológicas de la extracción y consumo de la leña en Colonia San Martín, Valle de Zapotitlán, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 58 pp.

Sánchez-Vélez, A. S. 1988. Consumo de leña y su impacto sobre los suelos forestales del suroeste de puebla; perspectivas y alternativas. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Mex. Tesis de Maestría. 204 pp.

Shackleton, C. M., 1993. Fuelwood harvesting and sustainable utilisation in a communal grazing land and protected area of the eastern Transvaal lowveld. *Biol. Cons.* 63: 247-254.

Shreve, F. 1911. Establishment behavior of the palo verde. *The Plant World* 14: 289-296.

Shreve, F. 1917. The establishment of desert perennials. *Journal of Ecology* 5: 210-216.

Shreve, F. 1931. Physical conditions in sun and shade. *Ecology* 12: 96-104.

Silvertown, J. W. 1987. *Introduction to plant population ecology*. Logman Scientific & Technical, Essex, England. 360 pp.

StatSoft, Inc (1995). *STATISTICA for Windows*, Tulsa, Ok. USA.





---

Steenbergh, W. F. y C. H. Lowe. 1977. Ecology of the saguaro II. Reproduction, germination establishment, growth and survival of the young plant. Nat. Park Serv. Sci. Monogr. Ser. No. 8. Washington, D. C.

Ticktin, T. y T. Johns. 2002. Chinanteco management of *Aechmea magdalenae*: Implications for the use of TEK and TRM in management plants. *Economic Botany* 56: 95-102.

Torres, N. S., Martínez, J. O., García-Aguilera, E. y Frías-Hernández, T. 2000. Escarificación hídrica de semilla de mezquite [*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex. Willd) M.C. Johnst]

Turner, R. M., S. M. Alcorn, G. Olin y J. A. Booth. 1966. The influence of shade, soil, and water on saguaro seedling establishment. *Botanical Gazette* 127: 95-102.

Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ecology* 79: 961-971.

Villanueva, D. J. 1993. Distribución actual y características ecológicas del mezquital (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex. Willd) M.C. Johnst.) en el estado de San Luis Potosí. Boletín Divulgativo No. 74. SARH-INIFAP, México.

Weaver, R. J. 1990. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México. 622 pp.

World Resources Institute, 2001. Disponible en [http:](http://www.wri.org/wr2000/pdf/page_forest_008_woodfuels.pdf)

[//www.wri.org/wr2000/pdf/page\\_forest\\_008\\_woodfuels.pdf](http://www.wri.org/wr2000/pdf/page_forest_008_woodfuels.pdf), 39-43



## ANEXO 1

Especies mencionadas más importantes para leña

Nombre científico	Familia	Nombre común	%
<i>Prosopis laevigata</i> (M.C.) Johnst.	Fabaceae	Mezquite	24.48
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee	Fabaceae	Cumito	14.28
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	Cactaceae	Garambullo	12.24
<i>Acacia constricta</i> Benth. ex A. Gray	Fabaceae	Guajillo	12.24
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pavon) J. Hawkins.	Fabaceae	Manteco	8.16
<i>Polanskia chende</i> (Gosselin) Gibson & Horak	Cactaceae	Chende	4.08
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Asteraceae	Cubata	3.06
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardeaceae	Pirúl	2.04
<i>Polanskia chichipe</i> (Gosselin) Backeb.	Cactaceae	Chichipe	2.04
<i>Agave marmarota</i> Roezl	Amaryllidaceae	Maguey	2.04
<i>Leucena esculenta</i> (DC) Benth	Fabaceae	Guaje	2.04
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	Cuapiojo	2.04
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	Asteraceae	Popote	1.02
<i>Ipomoea arborecens</i> (Humb. et Bonpl.) Don.	Convolvulaceae	Cazahuate	1.02
<i>Yucca periculosa</i> Baker	Liliaceae	Isote	1.02
<i>Acacia subangulata</i> Rose.	Fabaceae	Sierrecilla	1.02
<i>Lysiloma divaricata</i> Benth.	Fabaceae	Chondato	1.02
<i>Pachycereus hollianus</i> (Weber) Buxb.	Cactaceae	Baboso	1.02
<i>Pseudosmodingium multifolium</i> Rose.	Anacardeaceae	Teclate	1.02
<i>Pachycereus marginatus</i> DC.	Cactaceae	Organo	1.02
<i>Castella tortuosa</i> Liebm.	Simarubaceae	Venenillo	1.02





## ANEXO 2

Especies recolectadas como leña por los habitantes de CSM

Nombre científico	Familia	Nombre común	%
<i>Prosopis laevigata</i> (M.C.) Johnst.	Fabaceae	Mezquite	14.11
<i>Mimosa luisana</i> Brandegees	Fabaceae	Cumito	12.94
<i>Acacia constricta</i> Benth. ex A. Gray	Fabaceae	Guajillo	12.94
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pavon) J. Hawkins.	Fabaceae	Manteco	9.41
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	Cactaceae	Garambullo	9.41
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardeaceae	Pirúl	5.88
<i>Pachycereus marginatus</i> DC.	Cactaceae	Órgano	4.7
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Asteraceae	Cubata	3.52
<i>Pachycereus hollianus</i> (Weber) Buxb.	Cactaceae	Baboso	2.35
<i>Ceaeselpinia melanademia</i>		Ixcanelillo	2.35
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	Cuapiojo	2.35
<i>Mimosa lacerata</i> Rose.	Fabaceae	Garabato	2.35
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Verbenaceae	Orégano	1.17
		Capulín	1.17
		Totzin	1.17
<i>Agave marmorata</i> Roezl	Amaryllidaceae	Quiote	1.17
<i>Lysiloma divaricata</i> Benth.	Fabaceae	Chondato	1.17





---

<i>Ipomoea arborecens</i> (Humb. et Bonpl.) Don.	Convolvulaceae	Cazahuate	1.17
<i>Pseudosmodium multifolium</i> Rose.	Anacardeaceae	Teclate	1.17
		Pata de chivo	1.17
<i>Piscidia grandiflora</i>	Fabaceae	Pata de león	1.17
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (J.M. Coult.) Backeb	Cactaceae	Tetecho	1.17
<i>Castella tortuosa</i> Liebm.	Simarubaceae	Venenillo	1.17
<i>Tecoma sp.</i>	Bignoniaceae	Campanilla blanca	1.17
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Campanilla amarilla	1.17
		Tlapacón	1.17
		Otras	1.17

---





---

## ANEXO 3

### FICHA PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE LEÑA

#### Datos generales de la comunidad:

No. de familia: \_\_\_\_\_ Actividad económica principal: \_\_\_\_\_

Datos particulares:

Familia: \_\_\_\_\_ Número de integrantes: \_\_\_\_\_

Nombre del Encuestado: \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDADES DEL POBLADOR

A qué actividades se dedica:

Agricultura \_\_\_\_\_ Ganadería \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_

Agricultura: Tipos de cultivo \_\_\_\_\_

Ganadería: Tipo de ganado \_\_\_\_\_ ¿Dónde pasta su ganado? \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDADES FORESTALES

1) ¿De qué zonas extraen la leña? (comunal, personal)

2) ¿Qué días salen a cortar?

3) ¿Qué plantas utilizan como leña y qué parte de la planta cortan?



- 
- 4) ¿Cómo seleccionan las platas de donde extraen la leña?
  - 5) ¿Cuántas cargas de leña extraen (diario, semanal, mensual)?  
*Del total de cargas extraídas:*
  - 6) ¿Cuántas cargas de leña consume en su casa (Autoconsumo)?
  - 7) ¿Cuántas cargas de leña vende o intercambia (Comercialización)?
  - 8) ¿Cuándo intercambian la leña, por qué la cambian (alimentos, utensilios u otros)?
  - 9) ¿Qué plantas son las más utilizadas como leña y por qué?
  - 10) ¿En que lugar vende o intercambia la leña?
  - 11) ¿En cuánto venden la carga de leña?
  - 12) ¿Qué herramientas utilizas para cortar y recolectar la leña?
  - 13) ¿Quien se encarga de la recolección (mujeres, niños, hombres)?

## **OBSERVACIONES**

---

---

---

---

---

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN**







## ANEXO 4

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

#### Prueba de X<sup>2</sup> MEZQUITE

Ho: La estructura poblacional es similar en las poblaciones de estudio.

Ha: Son diferentes las poblaciones en cuanto a su estructura poblacional.

X <sup>2</sup> Calculada	52.66
X <sup>2</sup> tablas (0.05, 30 g.l)	43.77

Se rechaza Ho

#### Prueba de X<sup>2</sup> MANTECO

Ho: La estructura poblacional es similar en las poblaciones de estudio.

Ha: Son diferentes las poblaciones en cuanto a su estructura poblacional.

X <sup>2</sup> Calculada	78.03
X <sup>2</sup> tablas (0.05, 30 g.l)	43.77

Se rechaza Ho

#### ANOVA FLORES DE MEZQUITE

Análisis de Varianza

Se marcan diferencias significativas sí  $p < .050$

Summary of all Effects; design: (mezquite.sta)

1-POBLMZ ( $p=0.000000$ ;  $f=17,86264$ ,  $p<.0500$ )

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	2	17369770E5	99	972408E3	17,86264	,000000

SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

#### ANOVA FRUTOS DE MEZQUITE

Análisis de Varianza

Se marcan diferencias significativas sí  $p < .050$

Summary of all Effects; design: (mezquite.sta)

1-POBLMZ ( $p=0.815187$ ;  $f=0.204903$ ,  $p<.0500$ )

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	2	75644,49	74	369172,4	,204903	,815187

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS





## ANOVA FLORES DE MANTECO

Análisis de Varianza

Se marcan diferencias significativas sí  $p < .050$

Summary of all Effects; design: (manteco.sta)

1-POBL ( $p=0.645461$ ;  $f=0.555088$ ,  $p<.0500$ )

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	3	1101970	159	1985218,	,555088	,645461

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

## ANOVA FRUTOS DE MANTECO

Análisis de Varianza

Se marcan diferencias significativas sí  $p < .050$

Summary of all Effects; design: (manteco.sta)

1-POBLF ( $p=0.554412$ ;  $f=0.698722$ ,  $p<.0500$ ).

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	3	829754,6	134	1187531,	,698722	,554412

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

## PRUEBA DE TUKEY

### GERMINACIÓN MANTECO

Prueba de Tukey desbalanceado)

Tukey HSD test; variable VAR8 (manteco.sta)

MAIN EFFECT: VAR7

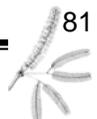
Se marcan diferencias significativas si  $p < .050$

Summary of all Effects; design: (manteco.sta)

1-VAR7 ( $p=0.000001$ ;  $f=13,63880$ ,  $p<.0500$ )

1	La Mantequera
2	La Cooperativa
3	La Reforestación
4	Mogote de León

VAR7	{1}	{2}	{3}	{4}
	1,187700	1,058891	1,303412	1,402923
1 {1}		,116948	,185865	,001989
2 {2}	,116948		,000468	,000154
3 {3}	,185865	,000468		,306584
4 {4}	,001989	,000154	,306584	





---

Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	3	,374501	64	,027458	13,63880	,000001

EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

**PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE KRUSKAL-WALLIS** para conocer las diferencias significativas entre los valores de germinación de las cuatro poblaciones con diferente nivel de explotación. % de germinación

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks (manteco.sta)  
Median Test, Overall Median = 3,062500 (manteco.sta)

Xi cuadrada	Grados de libertad	Prob> Xi cuadrada
4.00	3	0.2615

NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS





---

## ANEXO 5

### Entrevistas y recorridos participativos





## Intercambio de leña en el mercado de Tehuacán



## Censos de Vegetación y Estructura de Tamaños.





---

**Conteo de flores y frutos. Colecta de frutos.**



**Plántulas encontradas en campo.**

