



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA
EN RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

CENID-RASPA

EL MEZQUITE EN LA COMARCA LAGUNERA

**Alternativa de producción integral
para ecosistemas desérticos**

Dr. José Villanueva Díaz
Dr. Rodolfo Jasso Ibarra
Dr. Guillermo González Cervantes
Dr. Ignacio Sánchez Cohen
M. C. Carmen Potisek Talavera

ISBN: 968-800-590-8

Folleto Científico No. 14

Gómez Palacio, Durango

Noviembre del 2004

El Mezquite en la Comarca Lagunera

**Alternativa de producción integral para
ecosistemas semidesérticos**

**Dr. José Villanueva Díaz
Dr. Rodolfo Jasso Ibarra
Dr. Guillermo González Cervantes
Dr. Ignacio Sánchez Cohen
M.C. Carmen Potisek Talavera**

CENID-RASPA

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera.

Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento

Gómez Palacio, Durango. México

Apdo. Postal 41

35150 Cd. Lerdo, Dgo.

Teléfonos y Fax: 01 (871) 719-10-76, 719-10-77 y 719-11-34

e-mail: cenid.raspa@inifap.gob.mx

El contenido de esta publicación podrá reproducirse total o parcialmente con fines específicos de divulgación, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente a los autores, al CENID-RASPA y al INIFAP.

ISBN: 968-800-590-8

Contenido

	Pág.
Introducción	1
Antecedentes	2
Superficie revegetada con mezquite en la Comarca Lagunera	7
Características del arbolado de mezquite en los sitios revegetados	9
Edad del arbolado y crecimiento radial ..	10
Volumen de biomasa aprovechable	17
Producción de carbón	20
Producción de fruto (vaina)	22
Otros subproductos del mezquite	24
Goma de mezquite	24
Producción de harina o pinole	26
Producción de miel	27
Otros subproductos	29
Alternativas de explotación integral de mezquiteras en la Comarca Lagunera	29
Agradecimientos	31
Referencias	32

Prologo

El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales es cada vez más importante, en especial para las zonas semiáridas del norte de México, donde los recursos económicos derivados del uso de especies nativas, a veces constituyen la única fuente de sobrevivencia para familias de bajos recursos del medio rural. En la Comarca Lagunera, una de estas especies es el mezquite, cuyo aprovechamiento para la producción de carbón se realiza de manera intensiva y sin control en ciertos asentamientos humanos del medio rural, mientras que para otros, constituye un recurso prácticamente ignorado e inclusive se torna indeseable para el usufructo del suelo con fines agrícolas o pecuarios. El desconocimiento del potencial que tiene el mezquite para proveer diversos productos y la carencia de estudios técnicos amplios que fundamenten un aprovechamiento sustentable de las mezquiteras en la región, han sido las causas fundamentales a las que se atribuye la sobreexplotación de este recurso o bien, su desaprovechamiento.

El presente folleto científico integra las experiencias de investigación que el INIFAP CENID RASPA ha generado en los últimos años, conocimiento técnico que es fundamental para un aprovechamiento sustentable de este recurso. La Comarca Lagunera, al igual que muchas otras regiones del México, posee fuertes limitaciones en la disponibilidad del agua, por lo que la búsqueda de alternativas de producción que demanden menores volúmenes de agua es por demás importante.

Los prestadores de servicios técnicos forestales, tomadores de decisiones en dependencias gubernamentales como SEMARNAT, CONAFOR, SAGARPA y organismos no gubernamentales, entre otros, encontrarán en esta publicación las bases técnicas para desarrollar planes de manejo que coadyuven a un mejor uso de este ecosistema presente tanto en los desiertos Chihuahuense como Sonorense.

Dr. Ignacio Sánchez Cohen
Director del CENID-RASPA

Introducción

En ecosistemas semidesérticos a desérticos como son los que predominan en la Comarca Lagunera, pocas son las alternativas de producción que pueden derivarse de las especies que se desarrollan de manera natural en condiciones tan limitantes en cuanto a disponibilidad de agua. El aprovechamiento de especies nativas como candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), orégano (*Lippia graveolens*) y lechuguilla (*Agave lecheguilla*) en sitios específicos de esta región, constituyen la excepción al caso, pero pueden extenderse a otras especies como es el caso concreto del mezquite (*Prosopis spp*).

El desarrollo de la Región Lagunera se ha sustentado por muchos años en una agricultura de riego, que ciertamente ha generado desarrollo social y económico, pero que a largo plazo ha provocado el abatimiento alarmante de mantos acuíferos, salinización de suelos y desaparición de ecosistemas de galería. En el pasado reciente y a partir de 1994, una sequía que se extendió por casi diez años originó un decremento significativo en los volúmenes de agua captados en las presas, situación que redujo hasta en un 80 por ciento el área cultivada. Esta superficie sin aportación de riego y, en consecuencia, sin cultivo, posterior a su abandono ha estado sujeta a una revegetación acelerada con especies arbustivas y arbóreas, en la que ha influido marcadamente el sobrepastoreo por ganado caprino, vacuno y posiblemente también fauna silvestre, que al consumir el fruto de estas especies, especialmente leguminosas, dispersan sus semillas ya escarificadas, acción que favorece su establecimiento en eventos lluviosos significativos. La revegetación con estas especies, aparentemente también se ha favorecido por la presencia de humedad en el perfil del suelo. Este perfil húmedo teóricamente se formó en el transcurso de los años a consecuencia del sobre riego, cuyo exceso de agua posiblemente quedó almacenado en un estrato inferior del subsuelo,

fuera del alcance de la mayoría de los cultivos agrícolas. Sólo de esta manera se explica el crecimiento acelerado de especímenes de ambas especies en sitios agrícolas abandonados, donde de otra manera, con la precipitación existente no habría tal desarrollo.

En este Folleto Científico se describen los fundamentos técnicos desarrollados en mezquite y que se han derivado de experiencias de investigación en la región y en otras partes del país, que poseen características ecológicas similares a la Comarca Lagunera, tecnología con la cual se puede implementar una explotación racional y sustentable de esta especie, que conlleve a generar beneficios económicos para los poseedores de este recurso, que generalmente son los más desposeídos.

Antecedentes

El mezquite es una especie arbustiva o arbórea que forma parte fundamental de los ecosistemas semiáridos de México, y que en ciertos casos llega a ser dominante, constituyendo verdaderos bosques de mezquite o mezquiteras (Rzedowski, 1978). De acuerdo con Johnston (1962), en México se distribuyen diversas especies de mezquite, entre las que se encuentra *Prosopis laevigata*, *P. glandulosa* var. *glandulosa*, *P. glandulosa*, var. *torreyana*, *P. Juliflora*, *P. Articulata* y *P. Velutina*. La especie más común para Coahuila es *P. Glandulosa*, con sus dos variedades *glandulosa* y *torreyana* (Galindo, 1983), aunque según parece también se encuentra presente *P. velutina*, especialmente en la Comarca Lagunera (Blando, 2001, comunicación personal).

El mezquite prospera en diversos tipos de suelo, pero crece mejor en suelos planos y profundos, que según la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, corresponden a los Entisoles, Xerosoles y Molisoles, con alta capacidad de almacenamiento de agua (Villanueva, 1993; Cavazos, 2000).

En épocas pasadas, los bosques de mezquite o mezquiteras ocupaban grandes extensiones en México, pero el cambio de uso del suelo para establecimiento de cultivos agrícolas, extracción de leña,

carbón y fabricación de muebles, ha contribuido marcadamente al deterioro y desaparición de muchas de sus poblaciones originales, de tal forma que en la actualidad sólo se observan relictos de ellas. Así por ejemplo, Gómez *et al.* (1970), indican que en un período de 10 años (1956-1965) y a nivel nacional, se produjeron 78,000 t de carbón, 104,000 m³ de leña y 115,000 m³ de brazuelo, postes y trozos para aserrar, entre otros productos. Coahuila contribuyó con aproximadamente cinco por ciento de dicha producción.

Actualmente, en estados del centro del país, como Hidalgo, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, algunos ejemplares otrora representativos de esta comunidad vegetal, se encuentran confinados a linderos de parcelas o a micrositios aislados donde desempeñan la función de sombreaderos o como límites de parcelas agrícolas.

En algunos sitios donde se observan aún mezquiteras compactas como es el caso de la Llanura Rioverdense en San Luis Potosí, con aproximadamente 50,000 ha, la extracción de leña ha sido tan intensa y sin control que ha alterado de manera significativa la estructura de este ecosistema (Villanueva *et al.*, 2000); no así en otros sitios del Altiplano Potosino, donde la colecta del fruto o vaina del mezquite que se utiliza para la formación de dietas balanceadas o consumo directo en la alimentación de ganado, constituye una fuente adicional de ingresos para los habitantes del medio rural (Silbert, 1988).

En la Comarca Lagunera el aprovechamiento del mezquite no ha sido la excepción, de tal forma que algunas comunidades de municipios como en Viesca, San Pedro de las Colonias, entre otros, dependen de la fabricación de carbón como una de las alternativas más importantes y seguras de ingresos económicos para su subsistencia. Se estima que en esta región se producen anualmente alrededor de 5,400 t de carbón, lo que implica utilizar aproximadamente 21,600 t de leña. En términos generales, la experiencia de carboneros en estas localidades, muchos con más de 30 años en esta actividad, indican que para producir de 1.0 a 1.2 t de carbón se requieren 5 t de leña, es decir, una eficiencia de carbonización del 20 por ciento (5:1) (SEMARNAT, 1998). Este aprovechamiento, sin embargo, implica la remoción casi total de la biomasa viva incluyendo las raíces

(generalmente sólo se deja un tocón de 15 a 20 cm sobre el ras del suelo), lo que ha evitado su regeneración en muchos sitios, amén de los éproblemas colaterales que se han originado como son erosión hídrica y eólica, asolvamiento de estanques, e impacto en el hábitat de la fauna silvestre.

En términos de producción de biomasa y aprovechamiento, pocos son los estudios que se han realizado en la región; Arellano (1996) indica que para una densidad de 811 árboles ha^{-1} se estimaron alrededor de 196 m^3 de leña aprovechable; no obstante, esta cantidad varió en función a la densidad de arbolado y calidad del sitio, ya que en algunos rodales esta producción fue inferior a 25 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, mientras que en otros superó los 800 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$; volúmenes de biomasa menores a 30 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ también se han reportado para mezquiteras en Baja California Sur, con precipitaciones inferiores a 250 mm (Mesa y Osuna, 2003). Un estudio técnico de aprovechamiento en el ejido Nuevo San Pablo, municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, con arbolado de 2.2 m de altura y 2.4 m de diámetro de copa en promedio, tuvo una producción total de 582 m^3 de leña en una superficie de 280 ha; es decir, 2 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ (Servicios Técnicos y de Asesoría Forestal y de la Fauna, S. A. de C. V., 2001).

Del estudio anterior, se generó una ecuación de regresión múltiple ($V = 0.01083511 + 0.000057152 (D^3H)$), donde el volumen estimado de biomasa aprovechable (m^3) es función del diámetro medio de copa (D) elevado al cubo y de altura (H) en metros. Aunque esta ecuación fue la que mejor se ajustó al rodal de mezquite estudiado para ese sitio en particular, una ecuación más generalizada, necesariamente tiene que involucrar un mayor número de rodales de mezquite en diversos sitios con características ecológicas particulares e integrar un mayor número de variables, entre ellas, la cantidad de ramas aprovechables, diámetro de copa, área basal (sumatoria de áreas basales de ramas aprovechables), edad, etc., (Villanueva *et al.*, 2004).

Estudios de calidad de sitio que son fundamentales para un manejo sustentable del mezquital, son prácticamente inexistentes en México. Villanueva y Hernandez (en publicación), reportan un estudio comparativo para tres mezquiteras en situaciones ecológicas contrastantes en San Luis Potosí. En función al incremento anual del

ancho de anillos, en este estudio se reportan incrementos radiales de 0.5 a 1.0 cm tanto para el tronco como para las ramas principales, cuya diferencia en incremento se atribuye a la calidad del sitio, especialmente profundidad de suelo y precipitación. Un estudio relacionado al incremento anual en el fuste principal de *Prosopis laevigata* en Linares, Nuevo León, indica crecimientos de 0.162 mm (García y Cantú, 2000), lo cual probablemente se deba a una pobre calidad de estación.

Los crecimientos radiales del mezquite en la Comarca Lagunera no han sido cuantificados de manera explícita, pero hay indicios de que estos pueden superar un centímetro por año, especialmente en aquellos terrenos de riego abandonados que durante mucho tiempo recibieron aporte de agua, o también para especímenes localizados a orillas de canales, donde tienen un adecuado suministro de agua, producto de infiltraciones por fisuras de canales.

El fruto seco del mezquite tiene alto valor energético (cerca de 3,000 kcal kg⁻¹), alto contenido de azúcares (13 a 41 %), contenido de proteína cruda entre 10 a 14 por ciento, alto en fibra cruda del 23 al 25 por ciento y contenido de cenizas inferior al cuatro por ciento (Zolfaghari y Harden, 1982; Villanueva, 1993).

En las regiones semiáridas de México, la vaina de mezquite se ha utilizado sola o combinada en diferentes raciones para la alimentación de todo tipo de ganado, e incluso para consumo humano. El uso más difundido del fruto de esta especie es la que se realiza en las zonas Media y Altiplano de San Luis Potosí, donde existen datos de raciones y componentes de dietas balanceadas para producción de leche en vacas y engorda de ganado bovino, porcino y ovino (Silbert, 1988).

El aprovechamiento de la vaina, mezclada en raciones bien balanceadas, parece no haberse difundido en la Comarca Lagunera, donde el potencial de producción de fruto es enorme (datos aislados indican rendimientos de 30 a 100 kg de fruto seco por árbol) y donde además existe un considerable hato caprino, que según datos oficiales supera las 111 mil cabezas de ganado (SAGARPA, 2003). Actualmente el aprovechamiento del fruto se realiza directo y sin control en los meses

de julio y agosto, por ganado caprino principalmente, lo que ocasionalmente provoca problemas de intoxicación y dislocación mandibular en algunos individuos. Los beneficios derivados del consumo del fruto del mezquite, en general se expresan como un incremento en peso corporal, así como en mayor producción de leche (Márquez, 2001, comunicación personal).

La goma del mezquite es un exudado orgánico producido por estrés ambiental (temperaturas extremas) y daños mecánicos (perforaciones por insectos, daños físicos), que tiene una composición química muy similar a la goma arábica producida por *Acacia senegal*, producto extensamente utilizado como emulsificante y agente microencapsulador en la industria alimentaria (Orozco *et al.*, 2000). México es un país que importa anualmente más de 1,200 t de goma arábica; sin embargo, a consecuencia de variaciones climáticas existen fluctuaciones en su oferta y, en consecuencia, en su precio, por lo que se hace necesario contar con fuentes alternativas de goma para subsanar este problema. La goma del mezquite tiene una calidad similar o superior a la goma arábica, por lo que representa el sustituto ideal de este compuesto.

En México existen pocos ejemplos de la utilización de la goma de mezquite. Ramírez *et al.* (1997), Villanueva *et al.* (2000) y Hernández y Villanueva (2001) reportan que en la región de Llanos de Angostura, Rioverde, San Luis Potosí se ha comercializado goma de mezquite a compañías refresqueras locales, en volúmenes superiores a 10 t año⁻¹; sin embargo, el potencial de producción de goma en esta y otras regiones del desierto Chihuahuense es promisorio, en particular, para diversos sitios de la Comarca Lagunera, donde las precipitaciones no superan los 250 mm anuales y se alcanzan temperaturas extremas por encima de 40 °C, lo que acelera el metabolismo de goma como una reacción a estas condiciones climáticas estresantes.

Hernández y Villanueva (2001) reportan para San Luis Potosí, producciones de 2.0 kg ha⁻¹ de goma y de 5 a 40 g árbol⁻¹. Dicho volumen de producción puede superarse por algunas de las mezquiteras en La Comarca Lagunera a consecuencia de las condiciones más estresantes donde se desarrolla esta especie.

De la flor del mezquite se deriva una miel de abeja de muy alta calidad y en la Comarca Lagunera; la miel producida con flor de mezquite satisface plenamente los estándares internacionales de calidad de exportación debido al bajo contenido de humedad que lleva el producto (< 15 %). Actualmente no se cuenta con información específica de producción de miel durante el período de floración del mezquite en la región. Datos de la asociación de apicultores en San Luis Potosí indican que durante el período de floración del mezquite (marzo, abril) se logra obtener en promedio de 20 a 24 kg de miel por colmena, mucha de la cual se exporta o se comercializa localmente, ya que con contenidos de humedad entre el 14 y 15 por ciento satisface plenamente los estándares de calidad demandados (Villanueva *et al.*, 2000; Hernández y Villanueva, 2001).

Del fruto del mezquite también se puede extraer harinas para el consumo humano. En la Comarca Lagunera existen ejemplos aislados de personas que procesan el fruto de mezquite para la obtención de harina o pinole. Algunos datos indican que 100 kg de fruto seco se obtiene 3 kg de harina (relación 33:1) (Argumedo, 2001, comunicación personal).

Otros usos del mezquite pueden ser para producción de parquet, fabricación de muebles, artesanías, etc., especialmente en aquellos lugares donde el mezquite alcanza grandes dimensiones, como es el caso de la Zona Media Potosina y la región de Dr. Arroyo, Nuevo León (Cavazos *et al.*, 2001).

Superficie revegetada con mezquite en la Comarca Lagunera

La superficie invadida por mezquiteras en la Comarca Lagunera se circunscribe básicamente a predios ejidales enclavados en el Distrito de Riego 017. Esta situación se origina ha consecuencia del traspaso de derechos de agua del sector social (ejidal) al particular (privado), para integrar áreas compactas con el fin de eficientar el uso del agua. El área revegetada con mezquite supera los 214 predios con una superficie promedio de 48 ha y una desviación estándar de 51 ha, lo

que implica una gran variabilidad en el tamaño de los predios revegetados que muestran un rango de 1 a 50 ha y una superficie total de 10,300 ha, esto sin considerar aquellos rodales presentes a orillas del camino y aquellos ubicados en parcelas no abiertas al cultivo (Jasso *et al.*, 2002). La distribución espacial de las mezquiteras no sigue un patrón definido, ni tendencia relacionada con el distanciamiento a la red principal de canales o características intrínsecas del sitio en términos de fertilidad o microclima que favorezcan su establecimiento, más bien, dicho patrón de distribución se relaciona con las superficies agrícolas que paulatinamente han sido desprovistas de agua y luego reubicado sus derechos a otros sitios dentro del mismo distrito de riego (Figura 1).

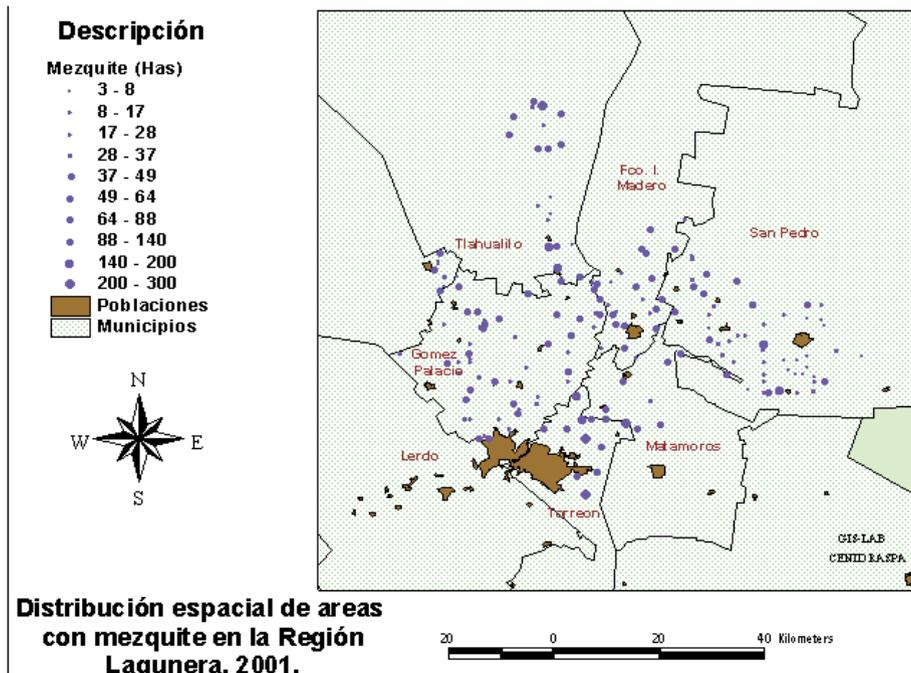


Figura 1. Distribución espacial de las áreas revegetadas con mezquite dentro del Distrito de Riego 017 en la Comarca Lagunera. Fuente: Jasso *et al.*, 2002.

Características del arbolado de mezquite en los sitios revegetados

Los especímenes de mezquite muestran características morfológicas que varían acorde a las condiciones microambientales donde se desarrollan las poblaciones de esta especie, que en ocasiones forman mezquiteras puras y a veces se mezclan con huizache (*Acacia farnesiana*) y otras especies arbustivas y herbáceas típicas del desierto Chihuahuense. Sus características morfológicas, sin embargo, a veces se ven afectadas por la influencia de acciones antropogénicas que influyen de manera directa en la fisonomía de los individuos presentes. De esta manera, el aprovechamiento continuo de estas comunidades con fines de producción de carbón, produce la formación de individuos con tallos múltiples (arosetados), generalmente de diámetro muy pequeño, que se originan de la base del tallo ha consecuencia de la eliminación del fuste principal.

Por otra parte, el ramoneo directo por ganado caprino o bovino afecta el crecimiento de la especie e induce la presencia de individuos de copa irregular y con tendencias a formar también tallos múltiples (Cuadro 1). Los atributos estructurales de la vegetación son variables en función a la calidad del sitio y al aprovechamiento al que han estado sujetos. Las mayores frecuencias de arbolado y con mayor tamaño de copa y de diámetro basal se ubican generalmente en sitios muy cercanos a las redes principales de conducción del agua (Cuadro 2), o en sitios que con frecuencia se vean favorecidos por encharcamientos. Esto indica que el arbolado se beneficia del agua que fluye a través de las fisuras de los taludes y en sitios que por su fisiografía permiten la acumulación del agua.

Así, es común en estos micrositos la presencia de especímenes de mezquite de más de cuatro metros de altura y de tres a cinco de diámetro de cobertura, tamaño logrado en un período no mayor a seis años.

Cuadro 1. Distribución de frecuencias relacionadas con la altura, cobertura (diámetro de copa) y biomasa para individuos de mezquite en rodales de Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.

Altura (m)		Diámetro de copa (m)		¹ Volumen árbol ⁻¹ (m ³)	Volumen Total ha ⁻¹ (m ³)
Rango (m)	Frecuencia árboles ha ⁻¹	Rango (m)	Frecuencia árboles ha ⁻¹		
<2	21	<2	105	0.0106	1.113
2-2.5	177	2.1-3.0	199	0.033	6.534
2.6-3.0	125	3.1-4.0	31	0.059	1.829
3.1-3.5	63	4.1-5.0	73	0.108	7.884
3.6-4.0	63	5.1-6.0	42	0.147	6.174
Total	449	---	449	---	23.534

¹El volumen de biomasa fue cuantificado directamente en el sitio para cada una de las clases representativas tanto en altura como de diámetro de copa.

Cuadro 2. Características estructurales de poblaciones de mezquite localizadas en el sitio Banco Nacional, Tlahualilo, Durango.

Altura (m)		Diámetro basal (m)		Diámetro de copa (m)	
Clase (m)	Frecuencia (individuos ha ⁻¹)	Clase (cm)	Frecuencia (individuos ha ⁻¹)	Clase (m)	Frecuencia (individuos ha ⁻¹)
<1.0	292	<2.0	792	<2.0	1042
1.1 – 2.0	1167	2.1 – 4.0	833	2.1 – 3.0	708
2.1 – 3.0	417	4.1 – 6.0	750	3.1 – 4.0	125
3.1 – 4.0	333	6.1 – 8.0	250	4.1 – 5.0	42
4.1 – 5.0	83	8.1 – 10.0	208	---	---
5.1 – 6.0	42	---	---	---	---

Edad del arbolado y crecimiento radial

El conocimiento de la estructura de edades de los individuos de mezquite presentes en un rodal determinado es fundamental para analizar los factores bióticos y abióticos que han influido en su establecimiento, analizar períodos de reclutamiento, tasas de crecimiento anual, producción de biomasa, calidad del sitio y turnos de aprovechamiento, entre otros. Los anillos de crecimiento anual del mezquite, al igual que los de muchas angiospermas son de carácter difuso, y a veces es difícil discriminar entre una capa de crecimiento y otra (Figura 2). Para hacer más nítidas las estructuras celulares es

importante realizar un pulido excepcional de las secciones transversales, por lo que es recomendable utilizar una secuencia de lijas desde muy gruesas hasta muy finas (granos 60 a 1200) y posteriormente visualizar dichas capas en un estereomicroscopio trinocular con una resolución de 10 a 20X (Stokes y Smiley, 1968).

A diferencia de otras especies principalmente latifoliadas donde se extraen virutas (núcleos de crecimiento) con taladro Pressler para observar los crecimientos y hacer estimaciones de edad, en mezquite es esencial la obtención de secciones transversales con motosierra, ya que la alta densidad y dureza de su madera prohíbe el uso de este instrumento, que es muy frágil y se arruina al introducirlo en este tipo de madera. A la edad determinada en una sección transversal habrá que sumar la edad requerida para que el árbol alcance la altura donde se obtuvo la muestra; esta corrección se puede evitar al obtener secciones transversales justo a la base del tronco; sin embargo, habrá que considerar que en aquellos sitios sujetos a un aprovechamiento continuo, será importante cuantificar la edad de los rebrotes para fines de analizar incrementos en crecimiento; de esta manera la edad de los tallos corresponderá al último aprovechamiento registrado.

La edad del arbolado se describe con la ecuación siguiente:

$$E_{ta} = (N_i + N_f + N_a)$$

Donde: E_{ta} es la edad total del árbol (años), N_i es el número total de anillos en la sección transversal obtenida con motosierra, N_f es el número de anillos en la sección faltante (extrapolación y método Applequist, 1958) y N_a es el número de años que requiere el árbol para alcanzar la altura de muestreo (donde se obtuvo la sección transversal), que para el presente estudio se consideró un valor de uno, ya que la sección se obtuvo casi a ras del suelo.

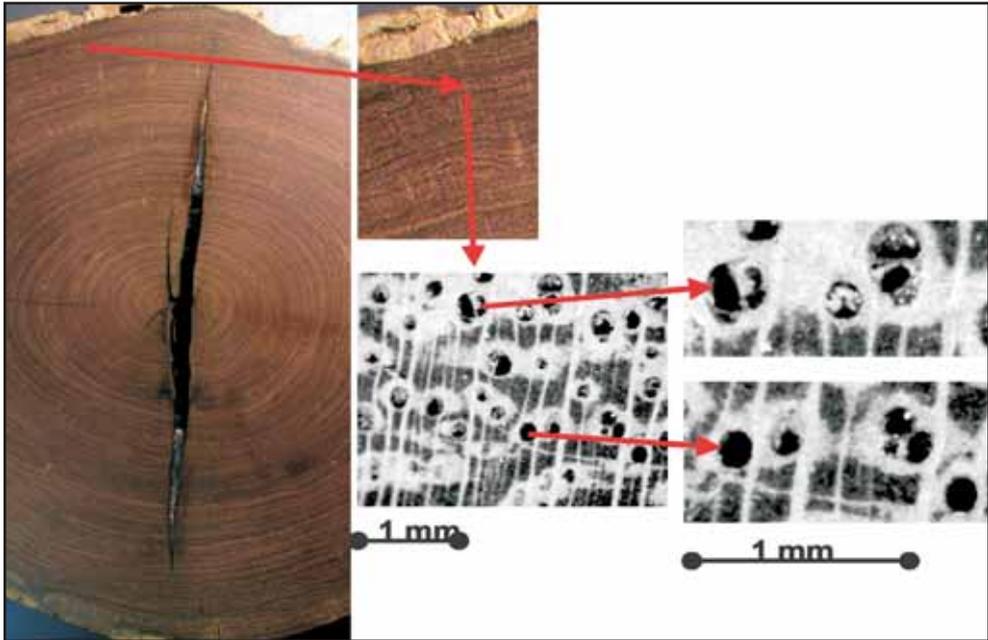


Figura 2. Sección transversal de mezquite mostrando las estructuras de un anillo de crecimiento anual. Las flechas señalan un vaso lignificado, magnificado a la derecha.

Las edades dominantes del mezquite en parcelas agrícolas que se abandonaron después de 1994 fluctúan de cuatro a siete años, lo que significa que su establecimiento no fue mediato, si no que éste tuvo lugar al menos tres años posterior a su abandono, conforme se presentó dispersión de germoplasma por ganado doméstico y fauna silvestre y acorde a la presencia de condiciones climáticas favorables para su establecimiento (Cuadro 3). La escarificación de la semilla a través del tracto digestivo de ganado caprino y bovino incrementa la capacidad germinativa y facilita el establecimiento de mezquiteras; de esta manera, los sitios pioneros en ser colonizados son los que están sujetos a un mayor pastoreo. No obstante la dominancia de individuos de mezquite jóvenes en estos sitios, existe la presencia aislada de individuos de mayor edad cuyo establecimiento se dio previo o a la par de la construcción de canales; estos individuos constituyen la fuente principal de germoplasma para revegetar áreas circunvecinas. Por otra parte, el tamaño de un individuo por sí solo no es un indicativo de su

edad, ya que el crecimiento del arbolado depende de las condiciones físico-químicas del sitio y de la competencia que pueda existir entre individuos de la misma especie (intraespecífica) o con individuos de otras especies (interespecífica), así, individuos de gran porte podrán ser de menor edad, que aquellos de menor porte pero creciendo en condiciones de sitio de menor calidad.

El mezquite es una especie que puede vivir por más de 100 años (Figura 3). En San Luis Potosí se han encontrado especímenes que superan esta edad, especialmente en aquellos lugares con nulo o limitado aprovechamiento (Hernández y Villanueva, 2001; Villanueva, 2004).



Figura 3. Especímenes de mezquite ubicados en la Llanura de Rioverde, San Luis Potosí con más de 100 años de edad.

El grosor de los anillos de crecimiento, por otra parte, depende de las condiciones edafo-climáticas dominantes, disponibilidad de agua, competencia entre individuos y de si el árbol es juvenil o adulto. Este crecimiento tiende a reducirse con el tiempo a consecuencia de la geometría propia del árbol, ya que conforme el árbol se torna senil tiene que distribuir una misma cantidad de madera en una superficie cada vez mayor y la curva de crecimiento es del tipo exponencial negativa con tendencia a hacerse constante o asintótica (horizontal) (Fritts, 1976). La tasa de crecimiento anual de rodales muestreados en áreas agrícolas abandonadas y en sitios con mezquiteras nativas,

indica crecimientos que se incrementan a través del tiempo, pero que luego decaen, posiblemente a consecuencia de limitaciones de agua o de mayor competencia entre individuos. En este sitio los individuos de mezquite tuvieron incrementos máximos en altura de 1 m año^{-1} , diámetro de cobertura de 0.8 m año^{-1} y un incremento en diámetro basal de 2.3 cm año^{-1} . Estos crecimientos son excelentes a pesar de la fuerte competencia entre individuos y condiciones climáticas limitantes (Figura 4). El mezquite es una especie con un sistema radical muy desarrollado, con una raíz pivotante que alcanza grandes profundidades en los primeros estadios de vida, lo cual le hace altamente eficiente en la extracción de agua almacenada en estratos no disponibles para cultivos agrícolas (Fisher *et al.*, 1973).

Los crecimientos anuales del mezquite en el sitio Villa de Bilbao, Viesca son representativos de rodales sujetos a un aprovechamiento continuo en la Comarca Lagunera. En este sitio se observa que la tendencia anual en crecimiento del ancho de anillos es sigmoideal en los primeros años de su desarrollo, pero se torna exponencial negativo en etapas posteriores de crecimiento, quizás influenciado por disponibilidad de agua; así por ejemplo, el período 1991-1992 con alta precipitación se refleja en el arbolado como un crecimiento extraordinario, el cual decae marcadamente en los últimos años a consecuencia de la sequía prolongada que se inició posterior a 1993 (Figura 5). El crecimiento radial de tallos se encontró que fluctúa entre 0.5 a 0.6 cm por año, tal crecimiento se puede catalogar como bueno si consideramos el número de tallos principales que emergen de cada tocón, que en ocasiones puede superar los 20 individuos. Asimismo, para un determinado diámetro de tallo la edad diferirá; tallos o ramas clasificados como pequeños tendrán una edad inferior comparada con aquellos considerados como grandes (Cuadro 4).

El incremento anual en crecimiento del mezquite en la Comarca Lagunera, a largo plazo, se equipara con el encontrado en otros sitios del desierto Chihuahuense; sin embargo, este incremento en crecimiento en altura y diámetro basal es extraordinario en sitios agrícolas abandonados, lo que hace que en un plazo no mayor a 10 años se transformen en verdaderas mezquiteras.

Cuadro 3. Características morfológicas y edad estimada de especímenes de mezquite en el rodal Banco Nacional, Tlahualilo, Durango. Este sitio es representativo de las mezquiteras establecidas en áreas agrícolas abandonadas de la Comarca Lagunera, posterior a 1994.

No.	Altura (m)	Diámetro medio de copa (m)	Diámetro basal (cm)	Número de tallos	Edad estimada (años)
1	3.0	4.0	9.6	1	6
2	1.7	1.5	4.1	1	7
3	4.5	2.0	8.0	1	6
4	2.5	2.0	5.0	1	4
5	3.0	3.5	9.0	2	6
6	6.5	5.0	11.3	2	5
7	3.0	4.0	9.3	1	6
8	4.0	4.5	11.8	1	6
9	6.0	5.0	13.8	2	6
Media	3.8	3.5	9.1	1.4	5.7
Desviación estándar	1.6	1.3	3.1	0.5	0.9

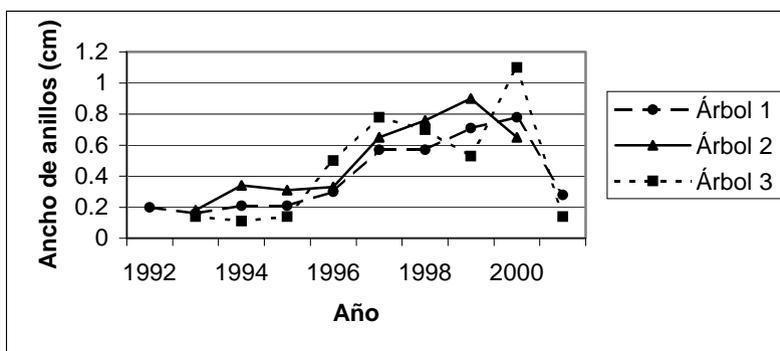


Figura 4. Crecimiento radial (ancho de anillos) del fuste principal de individuos representativos del sitio Banco Nacional, Tlahualilo, Durango.

El crecimiento exponencial positivo cae bruscamente después de un período de rápido crecimiento, el cual se prolonga de seis a ocho años. Esta caída en crecimiento; sin embargo, puede relacionarse más a problemas de disponibilidad de agua (baja precipitación) que a restricciones geométricas de tamaño de fuste (tronco).

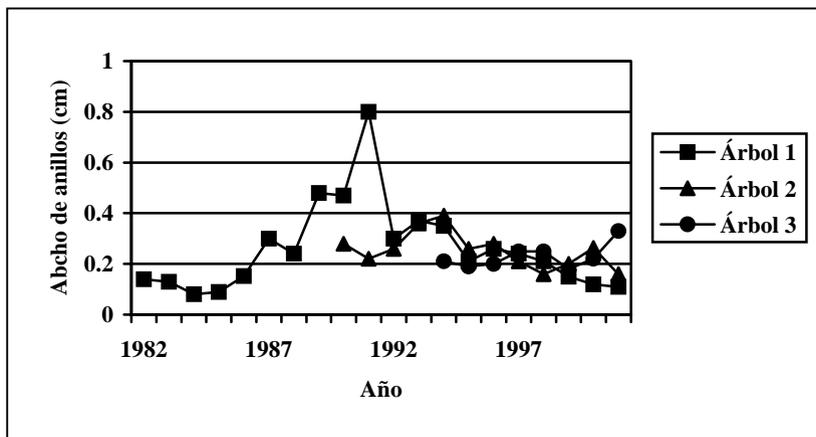


Figura 5. Crecimiento radial (ancho de anillos) del fuste principal de individuos representativos del sitio Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.

El crecimiento sigmoideal se torna exponencial negativo después de un período de ocho a 10 años.

Cuadro 4. Diámetro de tallos (ramas) muestreadas en el sitio Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila. El continuo aprovechamiento del arbolado en este sitio provoca el rebrote múltiple, que parte de la base de lo que constituyó el tallo principal.

Volumen de biomasa aprovechable

La biomasa aprovechable de mezquite la integra todo aquel material cuyo diámetro supere los 2.5 cm de grosor, dicho tamaño es el valor mínimo considerado por los productores de carbón para procesarse en la elaboración de este producto. La estimación del volumen aprovechable constituye una de las variables de mayor importancia para desarrollar un programa de manejo sustentable de poblaciones de mezquite. Este volumen debe estimarse con alta confiabilidad, de tal manera que los volúmenes autorizados no conlleven a una sobreexplotación del recurso. Asimismo, es importante cuantificar el incremento de biomasa anual para definir tasas de recuperación y turnos de corta.

La manera más práctica para realizar estimaciones de biomasa (variable dependiente) es mediante el uso de variables independientes (diámetro de fuste, altura del árbol, cobertura, etc.); parámetros que pueden medirse con facilidad en el campo y que luego sirven para alimentar modelos de regresión simple o múltiple que dan como resultado una estimación técnicamente confiable de biomasa (Figura 6).



Figura 6. Estimación de biomasa aprovechable en una mezquitera. Para este propósito se consideraron diámetros de tallos superiores a 2.5 cm.

En el Cuadro 5 se muestran los datos de producción de biomasa aprovechable para algunos árboles, estimada mediante diversos métodos directos e indirectos. Las estimaciones de biomasa contenidas en este cuadro consideran como variables independientes a la altura, diámetro de copa y diámetro de fuste, diámetro y número de ramas y densidad aparente de madera a diversos grados de porcentaje de humedad para transformar volumen de material verde a peso seco. Los datos de producción fueron estadísticamente similares ($p > 0.05$) cuando las ramas se seccionaron y se consideraron como formas cilíndricas de diversas dimensiones para obtener el volumen total, así como con mediciones directas del peso del arbolado y luego transformado a volumen de materia seca; pero fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$) cuando se utilizó el modelo de predicción.

La biomasa disponible para diversos rodales de mezquite en áreas agrícolas abandonadas, previamente con riego y en rodales naturales sujetos a un intenso aprovechamiento, está altamente influenciada por la densidad poblacional, así como por las dimensiones individuales de los individuos que los conforman; de esta manera, algunos sitios pueden indicar volúmenes de biomasa desde menos de cinco hasta más de 800 t ha^{-1} (Cuadro 6). Dicha producción concuerda con resultados obtenidos en la altiplanicie de San Luis Potosí y en otras partes de los desiertos Chihuahuahense y Sonorense (Villanueva *et al.*, 2004; Mesa y Osuna, 2003).

La producción de biomasa de menor volumen se obtiene de aquellos rodales de mezquite ubicados en sitios de pobre calidad de estación, caso concreto es Villa de Bilbao, aunque en un mismo sitio catalogado como de buena calidad, pueden existir variaciones de crecimiento atribuidas a características intrínsecas de la especie, como puede ser su composición genética y capacidad de respuesta a ciertas condiciones limitantes.

Cuadro 5. Volumen de biomasa aprovechable estimado ($\text{m}^3 \text{árbol}^{-1}$) para algunos especímenes de mezquite en el sitio Villa de Bilbao, con base en tres métodos de cubicación.

N°	Altura (m)	Diámetro medio de copa (m)	Tallos principales y diámetro (cm)	Longitud media de tallos (m)	¹ Volumen estimado ($\text{m}^3 \text{árbol}^{-1}$)	³ Volumen estimado ($\text{m}^3 \text{árbol}^{-1}$)	⁴ Volumen estimado ($\text{m}^3 \text{árbol}^{-1}$)
1	3.0	3.0	3 (5), 3 (4)	1.5	0.015	0.015	0.008
2	2.8	4.5	5 (5), 6 (4)	1.2	0.021	0.025	0.029
3	3.1	3.4	3 (6), 6 (4)	1.4	0.019	0.018	0.029
4	7.0	8.5	1 (20), 2 (25)	5.0	0.648	0.257	0.541
5	6.0	7.0	1 (13), 3 (10), 5 (6), 10 (4)	3.0	0.191	0.128	0.208
6	3.2	4.6	1 (13)	3.2	0.042	0.029	0.029
7	5.5	7.4	1 (30)	2.5	0.177	0.138	0.208
8	5.0	4.2	2 (16)	3.0	0.121	0.032	0.108
9	4.5	8.6	5 (15), 4 (5)	2.6	0.250	0.175	0.458
10	4.0	3.0	8 (7), 10 (5)	2.2	0.11	0.017	0.083
11	6.0	12.0	9 (20)	3.0	0.848	0.603	0.833
Media	4.8	6.2	-----	3.1	0.26	0.13	0.23
D. E.	1.2	2.4	-----	1.1	0.27	0.14	0.24

¹El valor entre paréntesis representa el diámetro medio para ese tallo (s) en particular.

²Volumen biomasa aprovechable estimada al considerar ramas como secciones cilíndricas, con diámetro medio y longitud variable (fórmula de Huber).

³Volumen biomasa aprovechable estimada con base a fórmula del STAFF $V = 0.01083511 + 0.000057152D^3H$

⁴Peso de biomasa aprovechable estimada por productores del Ejido Villa de Bilbao, Viesca. El peso estimado (kg) se transformó a $\text{m}^3 \text{árbol}^{-1}$, al considerar una densidad aparente de 1.2 g cm^{-3} para peso de madera en verde.

Cuadro 6. Producción de biomasa aprovechable en rodales de mezquite en la Comarca Lagunera, ubicados en áreas agrícolas abandonadas o en mezquiteras nativas con alto aprovechamiento para leña y carbón.

Localidad	Sitio	Individuos ha ⁻¹	Volumen maderable (m ³ árbol ⁻¹)	Volumen maderable (m ³ ha ⁻¹)
San Juan de Gpe., Dgo.	1	380	0.062	23.6
	2	280	0.223	62.4
	3	2080	0.185	384.8
	4	1220	0.024	29.3
	5	680	0.045	30.6
	6	520	0.040	20.8
	7	520	1.573	818
	Media	811	0.310	195.6
Villa de Bilbao, Viesca, Coah.	1	449	0.072	23.5
Nuevo San Pablo, San Pedro, Coah.	1	--- ¹	--- ¹	2.1

¹No existieron datos disponibles de densidad poblacional y, por ende, de volumen aprovechable por árbol.

Producción de carbón

El uso del mezquite con mayor importancia económica en la Comarca Lagunera es para la producción de carbón. Este giro de aprovechamiento actualmente se realiza sin fundamento técnico y sin un plan de manejo preestablecido, lo que implica que en este esquema de explotación los árboles sean prácticamente eliminados desde la raíz, lo que limita seriamente su recuperación, amén de los problemas colaterales que se originan como son: erosión y destrucción del hábitat de fauna silvestre (Arellano, 1996). Un problema adicional a este uso es la baja eficiencia de transformación de leña a carbón, que en los

esquemas de explotación tradicional usando un horno acondicionado temporalmente denominado «chavete» tiene una relación de leña carbón de 5:1, es decir, un 20 por ciento de eficiencia. Dicho proceso puede mejorarse con el uso de hornos metálicos que incrementen dicha eficiencia hasta en un 30 por ciento (Ortega, 2003; comunicación personal) (Figura 7).

La producción de carbón es función directa de la biomasa de cada espécimen utilizado, y la cantidad producida puede variar desde unos cuantos kilogramos a más de 250 kg (Cuadro 7). Acorde a la experiencia de los productores de carbón, el diámetro mínimo de ramas de mezquite para que pueda considerarse para la producción de carbón es de 2.54 cm (una pulgada). Datos recabados en el 2001 relacionados con el precio del carbón pagado directamente al productor, no supera los \$1.5 kg⁻¹; este precio es sumamente bajo si se considera que en el mercado este producto se cotiza hasta en \$5.0 kg⁻¹.



Figura 7. Horno metálico para fabricación de carbón de leña de mezquite, con una eficiencia de carbonización del 30 por ciento. Un mejor diseño físico de estas estructuras puede incrementar dicha eficiencia (Ortega, 2003; comunicación personal).

Cuadro 7. Características dasométricas de algunos individuos de mezquite y producción de carbón estimada por productores de la comunidad Villa de Bilbao, algunos con más de 30 años de experiencia en esta actividad.

Árbol	Altura (m)	Diámetro basal (cm)	Diámetro medio de copa (m)	Biomasa (kg) Diámetros > 2.54 cm	¹ Carbón (kg)	Eficiencia (%)
1	4	17	3	100	20	20
2	6	20	7.5	300	75	25
3	6	12	6	350	90	26
4	6	² 20	12	1000	250	25
5	5	20	5	120	25	21
6	5	15	5	300	75	25

¹La estimación de producción de leña y carbón la realizó un grupo de productores de carbón encabezados por el Sr. Faustino Fernández, de la comunidad Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila).

²Árbol con tallos múltiples, en este caso se consideró el diámetro de cada rama.

Producción de fruto (vaina)

La producción de fruto en mezquite es uno de los componentes menos estudiados en la Comarca Lagunera, pero que sin lugar a duda es de gran trascendencia en explotaciones extensivas de ganado caprino y vacuno, donde este fruto constituye un alto porcentaje de la dieta de este tipo de ganado, principalmente en los meses de junio a agosto. Datos de producción de fruto han sido reportados para rodales de mezquite en San Luis Potosí, con un rango de producción de 7 a 20 kg árbol⁻¹ (Villanueva, 1993). Esta producción es altamente variable a través de los años e incluso muestra alternancia (es decir, años de alta producción de fruto van seguidos de años con escasa producción). Se indica que los años secos son los que propician una mayor producción de fruto, aunque en el año previo deben haber existido condiciones climáticas favorables para la elaboración de suficientes reservas alimenticias en el árbol y su liberación en la formación de fruto (Figura 8).



Figura 8. Árbol de mezquite con producción de fruto. El volumen de producción en un año determinado es función del diámetro de copa y de las condiciones climáticas predominantes. El mezquite es una especie que muestra alternancia en su producción (Silbert, 1988).

Por otra parte, sin que los resultados sean concluyentes, un muestreo de la producción de fruto de árboles aislados en terrenos del ejido Villa de Bilbao, Viesca indica que dicha producción está muy relacionada con el área de copa y no tanto con otras variables como altura y diámetro de fuste. El Cuadro 8 incluye variables morfológicas de algunos árboles y producción de fruto. La estimación de producción se realizó en cuadros de muestreo de 0.25 m², cada uno ubicado en un punto del cuadrante, N, S, E, O y directamente bajo la copa del árbol. Es importante realizar cuantificaciones de producción de fruto a través de varios años y en árboles arraigados a diversas calidades de sitio para lograr una mejor estimación de cosecha que pudiera estar disponible para fines de manejo.

Los beneficios derivados del consumo directo de fruto, acorde a la propia opinión de los productores, se reflejan en incremento en peso corporal y de producción de leche, aunque su consumo desordenado puede acarrear problemas al ganado que lo consume, entre otros dislocación mandibular. El fruto también se puede mezclar con otros alimentos para formar dietas balanceadas con alto valor energético.

Cuadro 8. Datos dasométricos y producción de fruto de especímenes de mezquite ubicados en sitios aislados en terrenos del ejido Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.

Número de árbol	Altura (m)	Diámetro de copa (m)	Área de copa (m ²)	No. de tallos ¹	Producción de fruto kg m ⁻²	Producción de fruto kg árbol ⁻¹
1	4.5	6.7	35.3	3 (12 cm) 5 (8 cm) 4 (6 cm) 4 (<5 cm)	0.65	23
2	5.4	7.0	38.5	6 (>7 cm)	0.49	19
3	5.0	7.0	38.5	2 (>30 cm)	5.2	200.0
4	8	10	78.6	3 (>30 cm)	2.5	200.0

¹El número entre paréntesis representa el diámetro de cada tallo. Los árboles tres y cuatro se encuentran ubicados en el patio de un solar y reciben aportaciones de agua adicionales, lo cual quizás explique el rendimiento extraordinario de fruto.

Otros subproductos del mezquite

Goma de mezquite

La goma de mezquite constituye uno de los subproductos orgánicos del mezquite sin uso en la Comarca Lagunera, pero con gran potencial económico, ya que tiene una composición similar a la goma arábica, compuesto que tiene múltiples usos en la industria alimenticia, particularmente la refresquera. La producción de goma se ha relacionado con la presencia de condiciones ambientales extremas (baja precipitación y altas temperaturas) y daños por barrenadores o bien mecánicos producidos por heridas realizadas con la extracción de leña o bien daños físicos provocados por ramoneo de ganado caprino o vacuno.

Datos de producción de goma de mezquite son prácticamente inexistentes en México (Ramírez *et al.*, 1997). Estudios de producción de goma en rodales de mezquite en San Luis Potosí indican que el volumen de producción fluctúa a través de los años y que en promedio

es de 2.0 kg ha⁻¹ y de 5 a 40 g árbol⁻¹ (Hernández y Villanueva, 2001). Dicho volumen de producción puede ser superado por algunas de las mezquiteras en La Comarca Lagunera a consecuencia de las condiciones más estresantes donde se desarrolla esta especie.

Evaluaciones preliminares de este subproducto en rodales ubicados en Villa de Bilbao, indican producciones que durante el mes de agosto pueden superar los 4 kg ha⁻¹ (Figura 9). Esta producción extraordinaria de goma se debe a las condiciones climáticas extremas donde se desarrolla la especie. Debido a que el producto no es colectado, al cristalizarse cae al suelo o bien es solubilizado por lluvias ocasionales que se presentan en dicho período. La cuantificación de este subproducto es de especial importancia, ya que puede constituir una fuente alternativa de recursos económicos estable para los poseedores del recurso, que combinado con otros subproductos como carbón, fruto, leña, etc., hace del mezquite el recurso ideal para estas zonas.



Figura 9. Goma de mezquite colectada en mezquiteras de Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila. Análisis químicos indican que la goma de mezquite posee una calidad similar o mejor que el de goma arábica, por lo que puede ser un sustituto de ésta, especialmente en la industria refresquera.

Producción de harina o pinole

Uno de los subproductos del mezquite, cuyo uso se va perdiendo con el transcurso del tiempo, es la producción de harina o pinole para consumo humano; este subproducto, rico en calorías, es factible de exportar siempre y cuando cumpla con los estándares internacionales de calidad, pues su uso como condimento en platillos exóticos demanda un bajo contenido de residuos orgánicos, generalmente procedentes de insectos. Durante el desarrollo de este estudio, solo se encontró una persona (Sr. Eusebio Argumedo Mata), residente en el ejido Villa de Bilbao, quien ocasionalmente y solo bajo pedido anticipado procesa este subproducto.

Para la fabricación de harina (pinole) de mezquite se seleccionan las vainas más carnosas y dulces y ya maduras, antes de caer al suelo, se colectan directamente del árbol y se ponen a secar al sol. Posteriormente, con el uso de un mortero (una mano de madera) y un crisol (canao de madera hueca) se tritura la vaina. La mezcla resultante se tamiza para separar el polvo, la parte restante (semillas con sus cubiertas protectoras) se pueden procesar para hacer atoles o bien, pulverizarse para alimento de ganado (Figura 10). En términos de rendimiento, 200 kg de fruto seco producen 6 kg de harina, una relación aproximada de 1:0.03, cuyo precio en el mercado es de \$40.0 kg⁻¹.

El potencial de producción de harina de mezquite depende directamente de la producción de fruto en un año determinado y la calidad del subproducto de su proceso de selección; es importante mayor investigación antes de considerar este subproducto para su exportación en términos de control biológico o químico de insectos que dañen al fruto, pero en cambio, bajo los estándares actuales sí puede incluirse en dietas balanceadas para alimentación de ganado.



Figura 10. Harina (pinole) de mezquite. Este subproducto tiene alto potencial para considerarse como producto de exportación.

Producción de miel

La Comarca Lagunera es una de las regiones más productoras de miel en México, con una producción promedio de 366 t año^{-1} en los últimos tres años. Actualmente se cuenta con un padrón de 139 apicultores y una infraestructura de 6,700 colmenas tecnificadas (SAGARPA, 2003). Esta explotación, sin embargo, se ubica en cultivos de hortalizas principalmente y no indica la contribución que pudiera tener la flor de mezquite, cuyo período de floración en esta región se extiende por más de dos meses entre abril y mayo.

Estudios desarrollados en San Luis Potosí indican que de la flor de mezquite se deriva una miel de abeja de excelente calidad, que cumple cabalmente con los estándares internacionales de exportación. La producción obtenida durante el período de floración del mezquite (marzo–abril) es de 20 a 24 kg de miel por colmena (Hernández y Villanueva, 2001). La superficie de mezquiteras en la Región Lagunera, que supera las 10 mil hectáreas, aunada a las condiciones climáticas favorables para la explotación apícola, hacen de esta actividad un potencial de producción que no debe ser desaprovechado.



Figura 11. Explotación apícola de forma estacional puede realizarse en mezquiteras de la Comarca Lagunera, durante el período de floración.

Otros subproductos

Otros subproductos del mezquite, que para ciertas explotaciones constituyen el producto principal, es la parquet, fabricación de muebles, artesanías, etc. La madera para fabricación de muebles requiere de especímenes de grandes dimensiones, que sólo se encuentran en sitios muy específicos de México; la fabricación de artesanías y parquet, por otra parte, no demanda tamaños específicos de madera, y es una actividad que se está implementando en algunas comunidades en el estado de Coahuila, como es el caso del municipio de Cuatrociénegas. Los muebles de mezquite son de alta calidad y densidad, muy duraderos, y su precio se equipara al de un mueble procesado con madera de caoba. Las dimensiones del arbolado en la Comarca Lagunera indican que el uso más pertinente, amén de los ya indicados, es para fabricación de artesanías. Para fomentar esta actividad, sería necesario implementar cursos de capacitación desarrollados en las propias comunidades, antes de pensar en este tipo de explotación.

Alternativas de explotación integral de mezquiteras en la Comarca Lagunera

Las opciones productivas de explotación de mezquiteras en la Comarca Lagunera implican un conocimiento claro de su estructura, tasas de crecimiento y productividad. Con base en información sustentada en muestreos y estudios de crecimiento anual de algunas de estas comunidades vegetales en la región, se proponen las siguientes alternativas de uso, cuya implementación dependerá de las características ecológicas de cada sitio:

- 1. Mezquital puro con densidades superiores a 2,500 individuos ha⁻¹.** En esta situación y dependiendo del vigor de la población se puede realizar un aclareo inicial y el material vegetativo eliminado puede usarse directamente como leña o se puede transformar en carbón. De acuerdo a las condiciones

del sitio se pueden manejar diversas equidistancias, permitiendo densidades iniciales de 2,500 individuos ha^{-1} (2 m entre plantas y 2 m entre hileras), 625 individuos ha^{-1} (4 m entre plantas, 4 m entre hileras), 278 individuos ha^{-1} (6 m entre plantas, 6 m entre hileras), etc. La apertura del dosel permitirá el establecimiento de plantas forrajeras nativas, con lo cual se incrementará la capacidad de carga del sitio. Simultáneamente, la eliminación de competencia intraespecífica (es decir, entre los propios individuos de mezquite) permitirá un crecimiento mayor de los individuos remanentes, lo cual producirá mejores tasas de crecimiento anual, goma, así como de vaina y forraje en general.

- 2. Mezquite con pasto buffel.** Para lo anterior, se requiere abrir el dosel para permitir una densidad máxima de 625 individuos ha^{-1} , la superficie entre líneas o hileras de mezquite se puede establecer con zacate buffel. Para favorecer el establecimiento del pasto, es importante una buena preparación de suelo así como desarrollar sistemas de captación de agua y derivar posibles escorrentías presentes en los sitios a aprovechar. Una vez establecido este sistema silvopastoril, su manejo dependerá de estudios relacionados con la capacidad de carga del sitio.
- 3. Manejo del mezquital complementado con forraje de sitios agrícolas.** En este sistema se puede dar un mayor énfasis a la cantidad de forraje producido en el mezquital (fruto, forraje de especies nativas) y derivar un menor complemento forrajero de sitios agrícolas. El manejo del mezquital es parecido a las alternativas 1 y 2, permitiendo aclareos y utilizando su fruto y forraje derivado del establecimiento de especies nativas o introducidas.
- 4. Manejo integral de mezquiteras con establecimiento de apiarios.** A través de aclareos y cortas selectivas se promoverá mayor diversidad de especies melíferas. El material de aclareo podrá utilizarse para leña y producción de carbón. La proliferación de especies anuales mejorará la disponibilidad de forraje para la explotación caprina y el polen derivado de estas especies servirá para la alimentación de los apiarios. En épocas con escaso polen, los apiarios podrán transferirse a sitios

agrícolas para la polinización de cucurbitáceas o de otras hortalizas o bien, se podrán complementar con alimentación artificial.

Agradecimientos

La información contenida en este folleto científico se generó con fondos de los proyectos IAI CRN03 «Assessment of present, past and future climate variability in the American from treeline environments» y «Bosques centenarios del centro-norte de México y su potencial dendroclimático y ecológico» CONAFOR-2002-C01-5037.

Los gastos de impresión se cubrieron con fondos del proyecto «Estudio integral de sistemas de producción agrícola, pecuaria y forestal y de los recursos naturales de la Región Hidrológica 36, Cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval» PRECI 1025676M.

Referencias

- Applequist, M.B. 1958. A simple pith locator for use with off-center increment cores. *Journal of Forestry* 56: 141.
- Arellano D., S. 1996. Determinación del potencial productivo del mezquite (*Prosopis spp*) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Durango. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Chapingo. Bermejillo, Durango.
- Argumedo M., E. 2001. Comunicación personal. Productor de pinole del ejido Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.
- Blando N., J. L. 2001. Comunicación personal. Profesor investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH. Bermejillo, Durango.
- Cavazos D., R. 2000. Estudio del potencial productivo del mezquite (*Prosopis spp*) en San Luis Potosí. Documento interno, en proceso de edición. Campo Experimental Palma de la Cruz. CIRNE-INIFAP-S.L.P.
- Cavazos D., J. R., A. Hernández R., R. Meza S., G. L. Lara G., S. Ortega R., J. Flores M., J. Martínez M., J. Villanueva D. 2001. Proyecto Nacional del Mezquite (*Prosopis sp*)-INIFAP. Memorias de la 5ª. Reunión Científica y Tecnológica Agrícola, Pecuaria y Forestal del INIFAP en San Luis Potosí. Fundación Produce de San Luis Potosí, A. C.
- Fisher, C. E., G. O. Hofman, and C. J. Scifres. 1973. The mesquite problem. *In: Mesquite, grown and development, management, economics, control, and uses.* Texas A & M University. Pp. 5-8.
- Fritts, H. C. 1976. *Tree rings and climate.* Academic Press. New York.
- Galindo A., S. 1983. Caracterización de la variación en el mezquite (*Prosopis L.*) y sus usos en el Altiplano Potosino. Tesis Profesional. Facultad de Biología, UANL. Monterrey, N. L., México.
- García A., L. y C. Cantú A. 2000. Phenological and growth analysis of eleven shrub species from a Tamaulipean thorn-scrub community

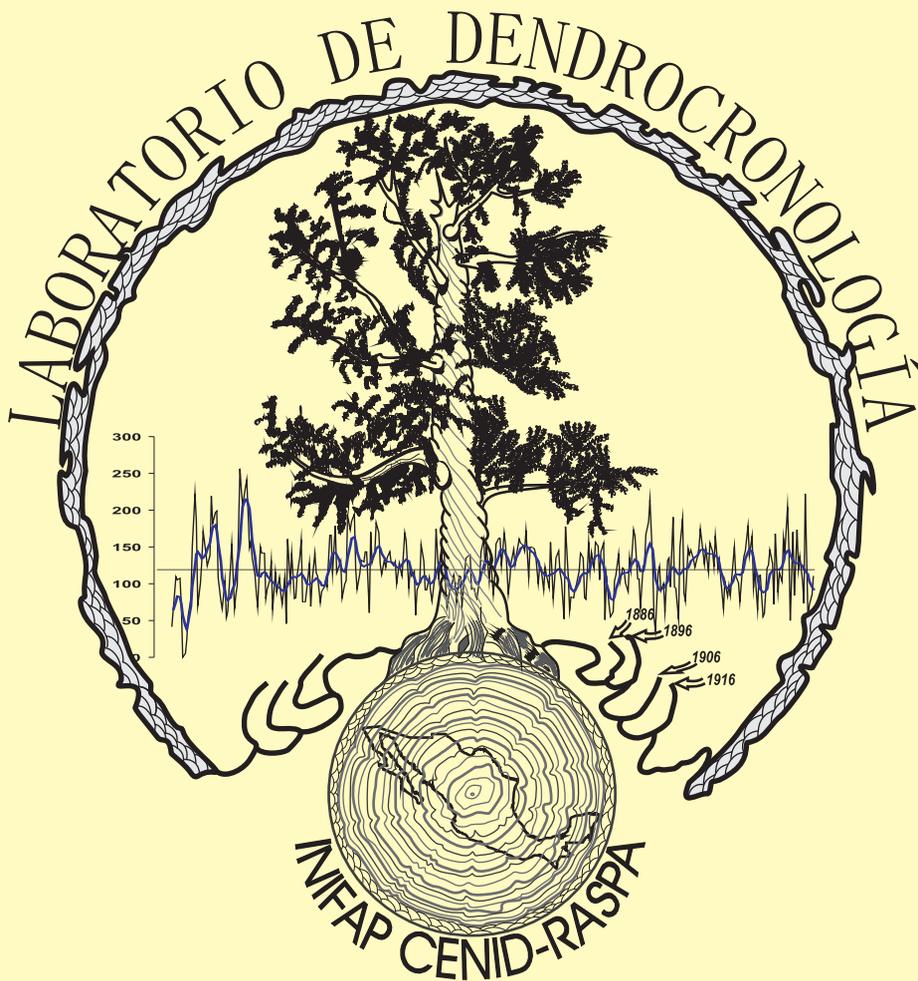
- in Linares, N.L. Mexico. pp. 143-144. Abstracts of the 10th U.S./ Mexico border states conference on recreation, parks and wildlife.
- Gómez L. F., J. Signoret P. y M. C. Abuin M. 1970. Mezquites y Huizaches. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Hernández R., A. y J. Villanueva D. 2001. Establecimiento y manejo de un módulo silvopastoril de mezquite en la Zona Media de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 15. INIFAP, Campo Experimental «Palma de la Cruz», San Luis Potosí, S.L.P.
- Jasso I., R., J Villanueva D., J. G. Martínez R. e I. Sánchez C. 2002. Sucesión de mezquite y huizache en predios agrícolas y alternativas de reconversión productiva. Pp. 378–384. Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango.
- Johnston, M. O. 1962. The North American Mesquites. *Prosopis* section. Algarobia (Leguminosae). Brittonia 14: 72-90.
- Márquez F. 2001. Comunicación personal. Caprinocultor, ejido Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.
- Mata A., E. 2001. Comunicación personal. Productor de pinole del ejido Villa de Bilbao, Viesca, Coahuila.
- Mesa S., R. y E. Osuna L. 2003. Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las pocitas, Baja California Sur. Folleto Científico No. 3. INIFAP, Campo Experimental «Todos Santos», Baja California Sur.
- Orozco V., J., S. Meras V., J. A. Lechuga S., F. Cruz S. y E. J. Vernon-Carter. 2000. Producción de goma de mezquite por cultivos *in vitro* de segmentos nodales. *En* J. T. Frías H., V. Olalde P. y J. Vernon-Carter (editores). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. pp. 143-152. Universidad de Guanajuato, UAM-Iztapalapa. México.
- Ortega R., S. 2003. Comunicación personal. Investigador del Campo Experimental «La Laguna». INIFAP-CIRNO. Matamoros, Coahuila.
- Ramírez G., A., A. Hernández R., and J. Villanueva D., 1997. Potential gum production of mesquite for the semiarid region of San Luis Potosi, Mexico. Abstracts of the International Conference of the

- Association for the Advancement of Industrial Crops. Saltillo, Coah. Mexico. P. 85-86.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2003. Estadísticas de producción pecuaria. Delegación en la Región Lagunera, Subdelegación Ganadería.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1998. El aprovechamiento del mezquite en la Región Lagunera de Coahuila y su problemática. Delegación Federal en el Estado de Coahuila, Subdelegación de Recursos Naturales. Documento de apoyo interno. Torreón, Coahuila.
- Servicios Técnicos y de Asesoría Forestal y de la Fauna, S. A. de C. V. (STAFF). 2001. Programa de manejo forestal para el aprovechamiento de leña de mezquite (*Prosopis glandulosa*) en el ejido «Nuevo San Pablo», municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.
- Stokes, M. A. and T. L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. University of Arizona Press. Tucson. AZ.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México. 432 p.
- Silbert, M. S. 1988. Mesquite pod utilization for livestock feed: An economic development alternative in central Mexico. M.S. Thesis. School of Renewable Natural Resources. The University of Arizona. Tucson, Arizona.
- Villanueva D., J. 1993. Distribución actual y características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata* H. & B. Johnst), en el estado de San Luis Potosí. Boletín Divulgativo No. 74. SAGAR-INIFAP. México.
- Villanueva D., J., A. Hernández R. and A. Ramírez G. 2000. Mesquite a multi-purpose species in two locations of San Luis Potosi, Mexico. *In* Ffolliott, P. F., M. Baker, C. B. Carleton, C. Madelyn, and K.L. Mora. (technical coordinators). Land stewardship in the 21st century: the contributions of watershed management. Tucson, Az. Proc. RMRS-P-13. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station. 438 p.
- Villanueva D., J. y A. Hernández R. 2001 (En publicación). Estructura e influencia de la calidad de estación en las tasas de crecimiento

anual de algunas mezquiteras en San Luis Potosí. Ciencia Forestal. INIFAP. México.

Villanueva D., J., R. Jasso I., E. H. Cornejo O.y C. Potisek T. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasa de crecimiento anual. AGROFAZ 4(2): 633–648.

Zolfaghari, R. and M. Harden. 1982. Nutritional value of mesquite beans (*P. glandulosa*). In H. Parker (editor). Mesquite utilization, Proceedings of the Symposium. Lubbock: Texas Tech. Univ. 29-30 p.



CENID-RASPA

Km 6.5 margen derecha canal Sacramento

Gómez Palacio. Durango. MÉXICO.

Apdo. Postal 41, Cd. Lerdo, Dgo.

Tels. y Fax: 01 (871) 719-10-76, 719-10-77 y 719-11-34

e-mail: villanueva.jose@inifap.gob.mx