



CARACTERIZACIÓN DASOMÉTRICA Y DELIMITACIÓN DE RODALES DE MEZQUITE (*Prosopis* sp) EN EL ESTADO DE COAHUILA

MENSURATION CHARACTERISTICS AND DEMARCATION OF MEZQUITE (*Prosopis* sp) PLANTATIONS IN THE STATE OF COAHUILA

Luis Manuel Valenzuela-Núñez^{1,2*}; Ramón Trucíos-Caciano¹; Julio César Ríos-Saucedo³; Arnoldo Flores Hernández⁴; José Luis González-Barrios^{1,2}

¹INIFAP CENID RASPA. km 6.5 Margen Derecha Canal de Sacramento. C. P. 35140 Las Huertas, Gómez Palacio, Dgo. Correo-e: valenzuela.luis@inifap.gob.mx (*Autor para correspondencia).

²Escuela Superior de Biología. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia. A. P. Núm. 146. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35000

³INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana. Km. 5 Carretera Durango-El Mezquital Durango, Dgo. C.P. 43000

⁴URUZA. Universidad Autónoma Chapingo. A. P. No. 8. Bermejillo, Dgo. C. P. 35230.

RESUMEN

Este estudio muestra las características dasométricas de rodales puros de mezquite (*Prosopis* sp) presentes en dos sitios de muestreo en el estado de Coahuila y que se caracterizan por su importancia en la producción de carbón; con ello se pretende conocer la densidad poblacional arbórea en la actualidad, además de la importancia ecológica del mezquite en los ecosistemas de la región. Se obtuvo un primer acercamiento del volumen de madera comercial disponible en los rodales de mezquite, además de la cartografía de la distribución del mezquite en el estado de Coahuila. Los resultados muestran que en el estado de Coahuila existen 73,868 ha cubiertas por rodales puros de mezquite y 3,803,149 ha son ocupadas por matorral desértico micrófilo, en el que también se desarrolla el género *Prosopis*. Los estudios dasométricos se llevaron a cabo en los municipios de Viesca y San Pedro de las Colonias, dando como resultados una densidad de población de 867 y 567 individuos/ha, respectivamente, un porcentaje de individuos comerciales de 35.23 y 27.84 % de manera respectiva y 1.64 y 39.71 m³·ha⁻¹ de madera comercial.

ABSTRACT

This paper presents the forest mensuration characteristics of pure mezquite (*Prosopis* sp) stands in two sampling sites in the state of Coahuila, which are characterized by their importance in the production of charcoal, in order to thus determine the current tree population density and the ecological importance of the mezquite in the ecosystems of the region. This study provides the first assessment of the volume of commercial timber available in the mezquite stands, plus mapping of the distribution of mezquite in the state of Coahuila. The results show that in the state of Coahuila there are 73,868 ha covered by pure mezquite stands and 3,803,149 ha occupied by microphyll desert scrub, in which the genus *Prosopis* also develops. Mensuration studies were conducted in the municipalities of Viesca and San Pedro de las Colonias, resulting in a population density of 867 and 567 individuals/ha, respectively, a percentage of commercial individuals of 35.23 and 27.84 % respectively and 1.64 and 39.71 m³·ha⁻¹ of commercial timber.

Recibido: 02 de septiembre, 2010
Aceptado: 22 de febrero, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.09.067
www.chapingo.mex./revistas

PALABRAS CLAVE: Zonas áridas, aprovechamiento, dasometría, ecología, cartografía.

KEY WORDS: Arid zones, use, forest mensuration, ecology, mapping

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen numerosos factores que atentan contra la diversidad biológica. El crecimiento demográfico, el consumismo y la pobreza, el uso de tecnologías contaminantes y erosivas, las prácticas productivas insostenibles ambiental y económicamente, entre otros, son elementos que provocan una reducción en todos los niveles de la biodiversidad (Nebel y Wright, 1999). Entre los sectores productivos, el primario (que incluye las actividades agrícola, ganadera, silvícola y pesquera) ha sido fundamental para el desarrollo eco-

INTRODUCTION

There are many factors today that threaten biodiversity. Population growth, consumerism, poverty, the use of polluting and erosive technologies, and environmentally and economically unsustainable production practices, among other factors, are causing a reduction in all levels of biodiversity (Nebel and Wright, 1999). Among the productive sectors, the primary one (including agricultural, livestock, forestry and fishing activities) has been fundamental to Mexico's economic development, but it has also significantly contributed to

nómico de México, pero también ha contribuido de manera importante al deterioro ambiental del país, ya que ha propiciado la reducción de los bosques y desiertos al abrir espacios y terrenos de manera desordenada para la crianza de ganado, así como el cultivo de especies vegetales y el asentamiento irregular de comunidades (Arellano, 1996; Valencia *et al.*, 1998; Villanueva *et al.*, 2004; Elvira, 2006). Por otro lado, la falta de apoyo económico para el desarrollo de actividades productivas ecológicamente sostenibles y las políticas de colonización sin planeación, que se han fomentado en los últimos años, han contribuido al deterioro de los ecosistemas. Otro factor importante es la explotación forestal de especies en zonas áridas, no tanto por los volúmenes aprovechados sino por la concentración de la explotación en unas cuantas especies, como por ejemplo las de mezquite (Gómez, 1997).

El mezquite (*Prosopis* sp) es un árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales (Carranza y Villarreal 1997). Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo (Melgoza *et al.*, 2003). Las flores son de color amarillo verdoso, agrupadas en racimos, miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con cinco sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehiscente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas (CONAZA e INE, 2000).

El mezquite (*Prosopis* sp) tuvo una importancia crucial, por ejemplo, para los primeros pobladores de las regiones áridas y semiáridas, por los usos que cada pueblo le dio. Los pueblos cazadores-recolectores, casi todos ellos nómadas, utilizaron al mezquite principalmente como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios y como planta medicinal (Carranza y Villarreal, 1997; Esqueda, 1985).

En la actualidad, el mezquite (*Prosopis* sp) sigue presentando los mismos usos, por lo que es considerado como recurso natural de importancia en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país (Fernández, 2008). Dentro de los usos maderables de la especie se encuentra el de la leña, ya que el mezquite es considerado el recurso leñoso por excelencia en las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas, en cuyas viviendas se utiliza esta planta como combustible (Niembro, 1990; Fernández, 2008).

El objetivo de esta contribución es presentar de manera detallada las características dasométricas de

the environmental deterioration of the country, as it has led to the reduction of forests and deserts to open up spaces and lands, in a haphazard manner, for livestock raising, farming and the irregular establishment of communities (Arellano, 1996; Valencia *et al.*, 1998; Villanueva *et al.*, 2004; Elvira, 2006). On the other hand, the lack of economic support for the development of environmentally-sustainable production activities and policies allowing unplanned settlements, which have abounded in recent years, have contributed to the deterioration of ecosystems. Another important factor is the exploitation of forest species in arid areas, not so much for the volume harvested but for the concentration on a few species, such as mezquite (Gómez, 1997).

Mezquite (*Prosopis* sp) is a thorny tree that grows up to 10 m in height; its root system can reach more than 50 m deep and up to 15 m on its sides; the stems are dark bark and the branches have abundant axillary or terminal spines (Carranza and Villarreal, 1997). It has binpinately compound leaves with 12 to 15 pairs of oblong or linear leaflets, 5 to 10 mm long (Melgoza *et al.*, 2003). The flowers are greenish-yellow, grouped in clusters, from 4 to 10 mm, bisexual and actinomorphic with five sepals and 10 stamens. The fruit is a straw-colored or reddish violet bean, drupaceous loment shaped, elongated, straight or curved and spiral in some cases, indehiscent, and 10 to 30 cm in length; it can be flat or cylindrical at maturity and contains 12 to 20 seeds (CONAZA and INE, 2000).

In the past, mezquite (*Prosopis* sp) was critically important for the first settlers of arid and semi-arid regions, for the uses that each people gave it. Hunter-gatherer peoples, most of them nomads, mainly used mezquite as food, fuel, shade, for the making of toys and tools, and as a medicinal plant (Carranza and Villarreal, 1997; Esqueda, 1985).

Today, mezquite (*Prosopis* sp) still has the same uses, making it an important natural resource in the arid and semi-arid areas of our country (Fernández, 2008). Among the wood uses of the species is that of firewood, as mezquite wood is considered the firewood par excellence in the rural communities of arid and semi-arid areas, where this plant is used as fuel in residents' homes (Niembro, 1990; Fernández, 2008).

The aim of this study is to present in detail the forest mensuration characteristics of pure mezquite (*Prosopis* sp) stands in two sampling sites in the state of Coahuila, which are characterized by their importance in the production of charcoal, and thus determine the tree population density today and the ecological importance of mezquite in the ecosystems of the region. It provides a generalized first look at the volume of commercial timber

los rodales puros de mezquite (*Prosopis* sp) existentes en dos sitios de muestreo en el estado de Coahuila que se caracterizan por su importancia en la producción de carbón, y con ello determinar la densidad poblacional arbórea actual, además de la importancia ecológica del mezquite en los ecosistemas de la región. Se ofrece de manera general un primer acercamiento del volumen de madera comercial disponible en los rodales de mezquite, además de una descripción cartográfica de la distribución del mezquite en el estado de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en los rodales puros de mezquite (*Prosopis* sp) ubicados en el estado de Coahuila en los municipios de Viesca y San Pedro de las Colonias, tomando en cuenta que es en estos municipios donde se aprovecha el mezquite en forma de carbón. El clima en Viesca es seco semicálido; la temperatura media anual es de 15.89 y 31.35 °C de temperatura promedio máxima y 12.37 °C de temperatura promedio mínima. La precipitación media anual se encuentra en el rango de los 164.8 mm, con régimen de lluvias muy irregular entre los meses de junio a septiembre; la tasa anual de evapotranspiración es de 2,392 mm anuales. Los vientos predominantes soplan en dirección sur a velocidades de 20 a 27 km·h⁻¹ (CNA, 2005). En el municipio de San Pedro de las Colonias, el clima también corresponde al seco semicálido con una temperatura media anual de 15.05 °C, una temperatura promedio máxima de 29.9 °C y una temperatura promedio mínima de 12.4 °C. El orden de la precipitación es de 192.9 mm promedio anuales y la evapotranspiración anual acumulada promedio es de 2,481 mm (CNA, 2005).

Cálculo de la superficie de los rodales puros de mezquite

El cálculo de la superficie de los rodales de mezquite requirió de estudios de percepción remota con la finalidad de determinar la superficie actual ocupada por las poblaciones naturales de mezquite en las regiones áridas de Norteamérica (SEMARNAT, 2007). Para ello, se conformó una base de datos con la información de la Serie III de Uso de Suelo y Vegetación en escala 1:250,000 (INEGI, 2002). En la cartografía en mención se depuró la información obtenida para el estado de Coahuila conformando un total de 13 cartas en formato digital procesando la información con ayuda del programa Arc Gis 9.3®. Las cartas usadas para este fin fueron H13-9 (Manuel Benavides), H13-12 (San Miguel), H14-7 (Ciudad Acuña), H14-10 (Piedras Negras), G13-3 (Ocampo), G13-6 (Tlahualilo de Zaragoza), G13-9 (Torreón), G13-12 (Juan Aldama), G14-1 (Nueva Rosita), G14-2 (Nuevo Laredo), G14-4 (Monclova), G14-7 (Mon-

available in mezquite stands, plus a map description of mezquite distribution in the state of Coahuila.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was carried out in pure mezquite (*Prosopis* sp) stands located in the state of Coahuila in the municipalities of Viesca and San Pedro de las Colonias, taking into account that mezquite is used for charcoal production in these areas. Viesca has a semi-warm dry climate; the mean annual temperature is 15.89 °C, the mean maximum temperature is 31.35 °C, and the mean minimum temperature is 12.37 °C. Average annual rainfall is in the range of 164.8 mm, with very irregular rainfall between June and September; the evapotranspiration rate is 2,392 mm per year. The prevailing winds blow from the south at speeds of 20 to 27 km·h⁻¹ (CAN, 2005). In San Pedro de las Colonias, the climate is also semi-warm dry, with a mean annual temperature of 15.05 °C, a mean maximum temperature of 29.9 °C and a mean minimum temperature of 12.4 °C. Mean annual rainfall is 192.9 mm and average annual accumulated evapotranspiration is 2,481 mm (CNA, 2005).

Calculation of the area of pure mezquite stands

The calculation of the area of mezquite stands required remote sensing studies in order to determine the current area occupied by natural mezquite populations in the arid regions of North America (SEMARNAT, 2007). To this end, a database was created with Series III Land Use and Vegetation information at 1:250,000 scale (INEGI, 2002). In this mapping, the information obtained for the state of Coahuila was purified, resulting in a total of 13 digital maps, with the information processed using Arc Gis 9.3® software. The maps used for this purpose were: H13-9 (Manuel Benavides), H13-12 (San Miguel), H14-7 (Acuña City), H14-10 (Piedras Negras), G13-3 (Ocampo), G13-6 (Tlahualilo de Zaragoza), G13-9 (Torreón), G13-12 (Juan Aldama), G14-1 (Nueva Rosita), G14-2 (Nuevo Laredo), G14-4 (Monclova), G14-7 (Monterrey) and G14-10 (Concepción del Oro). Based on the resulting data, the area vegetated by mezquite was calculated at state and regional level; areas with microphyll desert scrub were handled separately to include the area vegetated by mezquite within this vegetation type.

Determination of population density

Sampling of the mezquite population was performed using the point-centered quarter method on transects located within the pure mezquite stands in each of the sampling sites; the number of sampling points was

terrey) y G14-10 (Concepción del Oro). Con base en los datos resultantes se calculó la superficie vegetada por mezquite a escala estatal y regional; las superficies con matorral desértico micrófilo se manejaron de manera separada para incluir la superficie vegetada por mezquite dentro de este tipo de vegetación.

Determinación de la densidad poblacional

El muestreo de la población de mezquite se realizó mediante el uso de la técnica de muestreo de vegetación por cuadrante de punto central sobre transectos ubicados dentro de los rodales puros de mezquite en cada uno de los sitios de muestreo; el número de puntos de muestreo fue de 22 a 44, dependiendo de la extensión de los rodales, su heterogeneidad y la accesibilidad a los mismos, respetando la accesibilidad de las propiedades privadas.

En cada punto de muestreo se estableció un punto cuadrante central a partir del cual se tomó la distancia al individuo más cercano en cada uno de los cuadrantes (Figura 1). La información obtenida se utilizó para estimar la densidad de población por hectárea en función de la distancia media estimada (Vásquez, 1986; Bonham, 1989; Franco *et al.*, 1995; Bern *et al.*, 1999; Meza y Osuna, 2003).

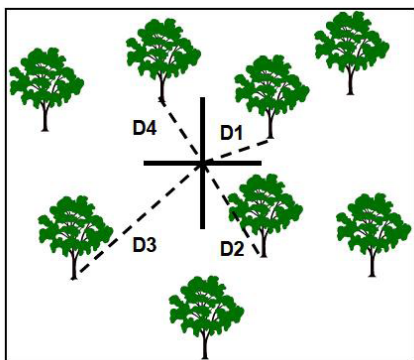


FIGURA 1. Método del punto cuadrante central

FIGURE 1. Point-centered quarter method

Para estimar la densidad absoluta de individuos por hectárea (DAT) fue necesario obtener la distancia media (DM) y área media (AM) de la siguiente forma:

$$DM = (\text{Sumatoria de las distancias})/\text{No. de cuadrantes}$$

$$AM = (DM)^2$$

$$DAT = 10\,000/AM$$

Caracterización dasométrica.

La caracterización dasométrica se llevó a cabo mediante la toma de información de cada individuo midien-

from 22 to 44, depending on the extent of the stands, their heterogeneity and their accessibility in the case of private property.

At each sampling point, a central quadrant point was established from which the distance to the nearest individual in each quadrant was measured (Figure 1). The information obtained was used to estimate the population density per hectare based on the estimated average distance (Vásquez, 1986; Bonham, 1989; Franco *et al.*, 1995; Bern *et al.*, 1999; Meza and Osuna, 2003).

To estimate the absolute density of individuals per hectare (TAD), it was necessary to obtain the mean distance (MD) and mean area (MA) as follows:

$$MD = (\text{Sum of distances})/\text{No. of quadrants}$$

$$MA = (MD)^2$$

$$TAD = 10\,000/MA$$

Forest mensuration characterization

Forest mensuration characterization was carried out by taking information from each individual, measuring height, the diameter of the crown cover, the diameter of the cover at ground level given mezquite's shrub nature, and stem (trunk) number; in addition, the volume of commercial timber was estimated by measuring the usable stems and branches (stems and branches with diameter greater than 5 cm and length greater than 100 cm were categorized as commercial).

The height data of the mezquite trees were obtained with the use of graduated land measurements, known as *estadales* in Spanish, for individuals up to 4 cm in height; for greater heights, a clinometer was used at a known horizontal distance using the equation:

$$H = (A+B)*C$$

Where:

H = Tree height

A = Reading at the top of the crown

B = Reading at the base of the stem

C = Distance from the viewer to the stem.

do la altura, los diámetros de la cobertura de la copa, los diámetros de la cobertura a nivel del suelo dado el carácter arbustivo del mezquite, número de tallos y se estimó el volumen de madera comercial midiendo los fustes y ramas aprovechables (se tomó como criterio que fustes y ramas con diámetro mayor a 5 cm y longitud mayor a 100 cm son comerciales).

Los datos de altura de los árboles de mezquite se obtuvieron con el uso de estadales graduados para los individuos de hasta 4 m de altura; para alturas mayores, se utilizó un clinómetro a una distancia horizontal conocida utilizando la ecuación:

$$H = (A+B)*C$$

Donde:

H = Altura del árbol

A = Lectura a la parte superior de la copa

B = Lectura a la base del tallo

C = Distancia del visor al fuste.

Las coberturas aérea y basal se calcularon con la medición del diámetro mayor (DM) y diámetro perpendicular (Dm) con la siguiente ecuación:

$$A = DM * Dm * 0.7854.$$

Los fustes del mezquite no son de excesiva longitud y toman formas casi cilíndricas, por lo que diversos autores (Born y Chojnacky, 1985; Romahn *et al.*, 1994; Meza y Osuna, 2003) proponen el cálculo del volumen de madera comercial con el método de Huber, el cual consiste en multiplicar el área de la sección media por la longitud del fuste o rama; la suma del volumen de cada uno es el volumen de madera comercial por árbol.

$$V = Am*L$$

Donde:

V = Volumen del fuste

Am = Área de la sección media

L = Longitud del fuste.

The aerial and basal covers were calculated using the larger diameter (LD) and perpendicular diameter (Pd) measurements with the following equation:

$$A = LD * Pd * 0.7854.$$

Mezquite trunks are not excessively long and have almost cylindrical shapes, which is why several authors (Born and Chojnacky, 1985; Romahn *et al.*, 1994; Meza and Osuna, 2003) propose calculating the volume of commercial timber with the Huber method, which consists of multiplying the area of the middle section by the length of the stem or branch; the sum of the volume of each one is the volume of commercial timber per tree.

$$V = Am*L$$

Where:

V = Volume of the trunk

Am = Area of the mid-section

L = Length of the trunk.

RESULTS AND DISCUSSION

Area of pure mezquite stands in the state of Coahuila

The demarcation of vegetation composed of mezquite involved pure mezquite stands and the vegetation of microphyll desert scrub, as the genus *Prosopis* also grows in this vegetation type, although to a lesser extent (Figure 2).

The results show 73,868 ha covered with pure mezquite stands in the state of Coahuila, while the area occupied by microphyll desert scrub in the same state amounts to 3,803,149 h. The area vegetated by pure mezquite stands in different municipalities is shown in Table 1.

Population density and mensuration characterization

Municipality of San Pedro

This area is important from an economic point of view due to the use of mezquite for charcoal production. The land is flat, the soils are deep, poor in organic matter and only slightly compacted, and the physiognomy of the vegetation is open and scanty due to the biophysical conditions of the area; mezquite is the dominant vegetation, with very few individuals of other shrub species. The area, in addition to being subjected to

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie de los rodales puros de mezquite en el estado de Coahuila

La delimitación de la vegetación compuesta por mezquite involucró los rodales puros de mezquite y la vegetación de matorral desértico micrófilo, debido a que es en este tipo de vegetación donde también se desa-

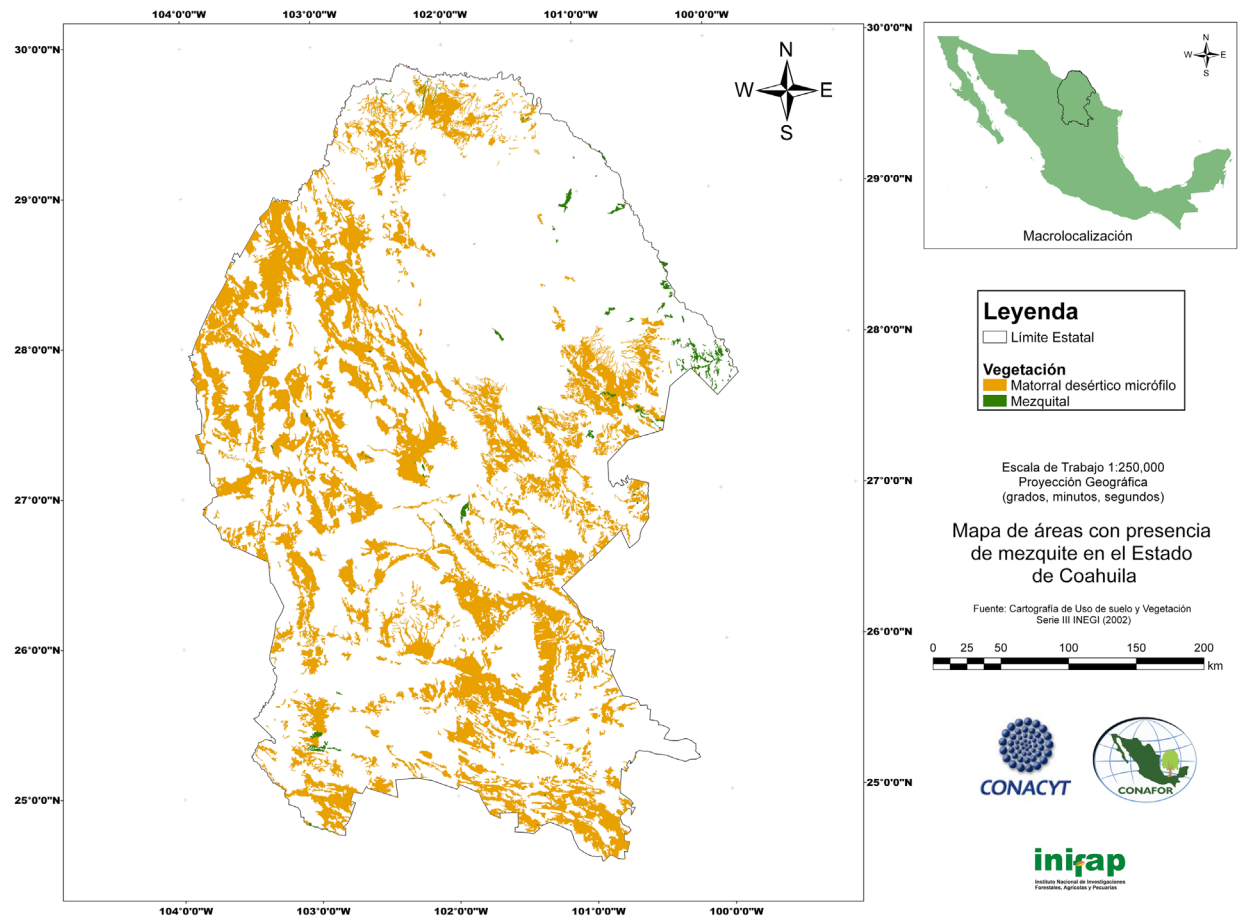


FIGURA 1. Mapa de áreas con presencia de mezquite en el estado de Coahuila.

FIGURE 2. Map of areas with mezquite in the state of Coahuila.
rolla, aunque en menor proporción, el género *Prosopis* (Figura. 2).

Los resultados muestran una existencia de 73,868 ha cubiertas con mezquicales puros, mientras que la superficie ocupada por el matorral desértico micrófilo corresponde a 3,803,149 ha para el estado de Coahuila. La superficie vegetada por rodales puros de mezquite en diferentes municipios se muestra en el Cuadro 1.

Densidad poblacional y caracterización dasométrica.

Municipio de San Pedro

Es un área importante desde el punto de vista económico por el aprovechamiento del mezquite para la elaboración de carbón. Los terrenos son planos, los suelos son profundos y pobres en materia orgánica, poco compactados y la fisonomía de la vegetación es abierta y raquílica, dadas las condiciones del medio biofísico del lugar; es dominante la vegetación de mezquite con muy pocos individuos arbustivos de otras especies. El área, además de estar sometida a aprovechamiento, se usa

CUADRO 1. Superficie vegetada por rodales puros de mezquite (ha) en diferentes municipios del estado de Coahuila.

TABLE 1. Area vegetated by pure mezquite stands (h) in different municipalities in the state of Coahuila.

Municipio	Superficie (Ha)
Acuña	5 686
Candela	396
Cuatrociénegas	5 903
Guerrero	10 741
Hidalgo	19 904
Jiménez	5 264
Juárez	5 457
Múzquiz	1 721
Ocampo	1 535
Piedras Negras	2 665
Progreso	2 539
Sabinas	372
Saltillo	152
San Buenaventura	145
San Pedro de las Colonias	483
Torreón	515
Viesca	7 404
Villa Unión	1 956
Zaragoza	1 030
Total	73 868

para el pastoreo de ganado, principalmente caprino. Por las condiciones del área el mezquite tiende a presentarse en forma arbustiva, ramificado desde la base, y se encuentran muy pocos individuos que presentan un tronco principal.

Las especies con las que convive el mezquite son principalmente corona de Cristo (*Ephedra* sp.); en las áreas cercanas a las dunas de arena es común encontrar saladillo (*Atriplex* sp.) y gobernadora (*Larrea tridentata* (Ses. et Moc ex DC.) Felger & Lowe). Se observan algunas áreas pequeñas que son susceptibles a inundarse y en las que crecen herbáceas como la hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don.), tabaquillo (*Nicotiana glauca* Graham) y chicalote (*Argemone mexicana* L.). Los pastos son poco abundantes, y destaca la presencia del zacate borreguero (*Erioneuron pulchellum* (Kunth) Tateoka), que es el que aprovecha el ganado para alimentarse.

Cabe destacar la importancia ambiental del mezquite para el desarrollo de otras plantas en su función como planta nodriza, ya que algunas especies de *Mammillaria* y de *Opuntia* se encuentran creciendo bajo los arbustos.

Aunque las alturas medias en este sitio de muestreo corresponden a las más bajas de todos los sitios (2.48 m), cabe resaltar que la densidad de población es medianamente elevada comparada con otros sitios de muestreo (567 individuos·ha⁻¹), debido al porte y tamaño de los individuos que presentan poca competencia entre sí.

La distancia media entre árboles, estimada por el método del punto cuadrante central, es de 6.25 m ± 2.25, dando como resultado una densidad de población de 567 individuos por ha con una altura promedio de 2.48 m. ± 0.46.

La cobertura aérea de los árboles, o área que cubre la copa, fue en promedio de 9.57 m² ± 3.81, mientras que la cobertura basal o área de la copa que cubre la superficie del suelo, fue en promedio de 0.61 m². Los mezquites presentaron forma arbustiva casi en su totalidad, con más de dos tallos principales.

El porcentaje de individuos de interés comercial es de 27.84 %. Se encontró un volumen de madera comercial por individuo promedio de 0.01 m³, que con base en la densidad poblacional dan como resultado un volumen de madera comercial de 1.64 m³·ha⁻¹.

Municipio de Viesca

Aquí se establecieron 22 sitios de muestreo, y su importancia radica en la explotación del mezquite para la elaboración del carbón. El área es usada, además, para el pastoreo de ganado caprino, principalmente. Se

exploitation, is used for grazing livestock, mainly goats. Due to area conditions, mezquite tends to occur in a bushy form, branched from the base, and there are very few individuals that have a main trunk.

The main species that coexist with mezquite include *Ephedra* sp., known as *corona de Cristo* (Christ's crown) in Mexico; in areas close to sand dunes, it is common to find saltbush (*Atriplex* sp) and creosote bush (*Larrea tridentata* (Ses. et Moc ex DC.) (Felger and Lowe). There are some small areas susceptible to flooding where herbs such as copper globemallow (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don.), tree tobacco (*Nicotiana glauca* Graham) and Mexican poppy (*Argemone mexicana* L.) grow. Grasses are not very abundant, with the most common being fluffgrass (*Erioneuron pulchellum* (Kunth) Tateoka), which cattle feed on.

It should be noted that the mezquite plays an important environmental role in that it helps other plants develop by acting as a nurse plant, as some species of *Mammillaria* and *Opuntia* are found growing under them.

Although the average heights in this sampling site are the lowest of all the sites (2.48 m), it is noteworthy that the population density is fairly high compared with other sampling sites (567 individuals·ha⁻¹), due to the structure and size of the individuals that have little competition among them.

The average distance between trees, estimated by the point-centered quarter method, is 6.25 m ± 2.25, resulting in a population density of 567 individuals per hectare with an average height of 2.48 ± 0.46.

The aerial cover of the trees, or area covered by the crown, averaged 9.57 m² ± 3.81, while the basal cover, or crown area covering the ground surface, averaged 0.61 m². The mezquites presented a bushy shape almost in their entirety, with more than two main stems.

The percentage of individuals of commercial interest is 27.84 %. The volume of commercial timber per individual averaged 0.01 m³, which, based on population density, results in a commercial timber volume of 1.64 m³·ha⁻¹.

Municipality of Viesca

Twenty-two sampling sites were established in this area, and its importance lies in the exploitation of mezquite for charcoal production. The area is also used for grazing of livestock, mainly goats. It consists of flat lands, surrounded by farmlands, and small areas subject to frequent flooding during the rainy season.

Species that coexist with mezquite trees in the shrub layer are: Christ's crown (*Ephedra* sp), creosote bush (*Larrea tridentata* [Ses. et Moc ex DC.] Felger &

trata de terrenos planos, rodeados de áreas agrícolas y con superficies pequeñas sometidas a inundaciones frecuentes en época de lluvias.

Las especies con las que conviven los árboles de mezquite son en el estrato arbustivo: corona de Cristo (*Ephedra* sp), gobernadora (*Larrea tridentata* [Ses. et Moc ex DC.] Felger & Lowe), saladillo (*Atriplex* sp), uña de gato (*Mimosa* sp) y hojaseén (*Flourensia cernua* D. C.). En el estrato herbáceo son abundantes la chía (*Salvia* sp.), hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don.) y especies de la familia Asteraceae, entre las cuales destacan *Encelia* sp y *Polyachyrus* sp, entre otras.

La distancia media entre árboles, estimada por el método del punto cuadrante central, es de $4.24 \text{ m} \pm 1.75$, dando como resultado una densidad de población de 867 individuos por hectárea con una altura promedio de $2.79 \text{ m} \pm 0.38$.

La cobertura aérea de los árboles, o área que cubre la copa, fue en promedio de $8.39 \text{ m}^2 \pm 3.23$, mientras que la cobertura basal o área de la copa que cubre la superficie del suelo fue en promedio de 0.84 m^2 . Los mezquites presentaron forma arbustiva casi en su totalidad, presentando el resto más de dos tallos principales.

El porcentaje de individuos de interés comercial es de 35.23 %. Se encontró un volumen de madera comercial por individuo promedio de 0.05 m^3 , que con base en la densidad poblacional dan como resultado un volumen de madera comercial de $39.71 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

La vegetación de mezquital cubre el 72.74 % del área del sitio, representando una gran contribución al evitar la pérdida de suelos por los agentes erosivos.

Las áreas cubiertas con mezquite en las zonas áridas son muy importantes desde el punto de vista ecosistémico, ya que los rodales regulan la temperatura y con ello generan también microclimas que son propicios para muchas especies vegetales y animales; debido a que la raíz puede alcanzar hasta 70 m de diámetro y 50 de profundidad (Gómez, 1997), contribuye de gran manera a la conservación de los suelos haciendo frente a la erosión hídrica. En las zonas áridas de México se ha llevado a cabo un desmedido aprovechamiento de los recursos naturales que ha propiciado un avance de la desertificación de ese territorio, provocado principalmente por la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, extracción de leña y urbanización debido a que las necesidades han sido modificadas por el uso de servicios y tecnologías que cada vez demandan un mayor uso de nuestros recursos (Elvira, 2006). En el municipio de San Pedro de las Colonias, el mezquite presenta cobertura aérea baja en relación a los rodales del municipio de Viesca (54.30 %), trayendo como

Lowe), saltbush (*Atriplex* sp), cat's claw (*Mimosa* sp), and tarbush (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don.). In the herbaceous layer, the following are abundant: chia (*Salvia* sp), copper globemallow (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don.) and species of the family Asteraceae, among which *Encelia* sp and *Polyachyrus* sp stand out.

The average distance between trees, estimated by the point-centered quarter method, is $4.24 \text{ m} \pm 1.75$, resulting in a population density of 867 individuals per individual with an average height of $2.79 \text{ m} \pm 0.38$.

The aerial cover of the trees, or area covered by the crown, averaged $8.39 \text{ m}^2 \pm 3.23$, while the basal cover, or crown area covering the ground surface, averaged 0.84 m^2 . The mezquites presented a bushy shape almost in their entirety, with more than two main stems.

The percentage of individuals of commercial interest is 35.23 %. The volume of commercial timber per individual averaged 0.05 m^3 , which, based on population density, results in a commercial timber volume of $39.71 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Mezquite vegetation covers 72.74 % of the site area, representing a major contribution to preventing soil loss by erosive agents.

Mezquite-covered areas in arid zones are very important from the standpoint of the ecosystem, as the stands regulate temperature and thereby also create microclimates suitable for many plant and animal species. Because the root can reach 70 m in diameter and 50 m in depth (Gómez, 1997), it greatly contributes to the conservation of the soil against water erosion. In arid regions of Mexico, excessive use of natural resources has led to a spread of desertification in this territory, mainly caused by deforestation, poor agricultural practices, overgrazing, firewood extraction and urbanization because the needs have been modified by the use of services and technologies that are increasingly demanding greater use of our resources (Elvira, 2006). In the municipality of San Pedro de las Colonias, mezquite aerial cover is low compared to that of the stands in the municipality of Viesca (54.30 %), resulting in the soil being unprotected, and this coupled with grazing leaves it at the mercy of the impact of raindrops and the strong winds that occur in the region, thereby causing huge dust storms that harm human health and bring effects such as food and water contamination.

The pure stands in the two municipalities are currently in use and, stemming from this, practices are being engaged in that are seriously affecting the area, such as the indiscriminate use of fire in order to remove the side branches to facilitate the felling of the mezquite.

consecuencia que el suelo se encuentre desprotegido, y aunado esto al pastoreo, se encuentra a merced del impacto de las gotas de lluvia y de los fuertes vientos que se presentan en la región, originando con ello grandes tolvaneras que dañan la salud de los humanos y traen como consecuencia otros efectos como la contaminación de alimentos y el agua.

Los rodales puros del área en los dos municipios se encuentran en aprovechamiento y derivado de esto se incurre en prácticas que están afectando seriamente el área, como las actividades en las que se utiliza el fuego de manera indiscriminada con la finalidad de eliminar las ramas laterales para facilitar el derribo. Se encontraron grandes extensiones del mezquital afectadas por incendios recientes. En muchas ocasiones el aprovechamiento del mezquite en estas áreas para carbón es ilegal.

En Viesca los rodales se caracterizan por sus suelos profundos, medianamente ricos en materia orgánica, lo que hace que con frecuencia se vean pequeñas áreas con agricultura de temporal nómada. Los individuos de mezquite presentes son de buen tamaño y se presentan en gran densidad en los rodales; las condiciones biofísicas presentes permiten el buen desarrollo del arbolado; debido a esto existen áreas con doseles muy cerrados y que presentan poco disturbio.

CONCLUSIONES

El mezquite constituye un recurso con alto valor ambiental y comercial para las poblaciones rurales del estado de Coahuila, siendo en la actualidad un recurso que no es valorado por la escasa información existente para la formulación de planes de manejo que conlleven a su explotación sustentable.

En las áreas donde se realiza el aprovechamiento de la madera de mezquite en forma de carbón, no se cuenta en la actualidad con alternativas de aprovechamiento que permitan la conservación del recurso; esto se ve en la escasa disponibilidad de individuos comerciales en el municipio de San Pedro de las Colonias.

Se hace necesaria la implementación de una administración eficiente y funcional que posibilite un aprovechamiento sustentable del mezquite no sólo en el estado de Coahuila, sino en las demás regiones áridas y semiáridas con la finalidad de encontrar otros usos para las áreas cubiertas con mezquite, como son el desarrollo de centros de recreación ecoturísticos, el aprovechamiento de la goma, que puede ser usada en las bebidas como sustituto de la goma arábiga y para la elaboración de artesanías, con lo cual se aumenta el valor comercial de la madera.

We found large areas of mezquite affected by recent fires. Often, the use of mezquite for charcoal is illegal in these areas.

In Viesca, the stands are characterized by deep soil, moderately rich in organic matter, which often makes them look like small areas with nomadic rainfed agriculture. Mezquite individuals are of a good size and come in great density in the stands. The current biophysical conditions allow the proper development of the trees; as a result, there are areas with extremely closed canopies and which show little disturbance.

CONCLUSIONS

Mezquite is a resource with high commercial and environmental value for the rural populations of the state of Coahuila; however, it is currently a resource that is not properly valued due to the limited information available for the formulation of management plans that would lead to its sustainable exploitation.

In areas where mezquite wood is used for charcoal, there are currently no alternative uses that would allow the conservation of the resource; this is seen in the limited availability of commercial individuals in the municipality of San Pedro de las Colonias.

It is essential that an efficient and functional management plan be implemented that enables a sustainable use of mezquite not only in the state of Coahuila, but also in other arid and semi-arid regions in order to find other uses for mezquite-covered areas, such as the development of ecotourism recreation centers and the use of mezquite gum, which can be used in beverages as a substitute for gum arabic and craft making, thereby increasing the commercial value of the wood.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the CONACYT-CONAFOR Sector Fund which funded this study through Project 115942. Similarly, they would like thank the civil authorities of the ejidos (community-held lands) in the municipalities of Viesca and San Pedro de las Colonias, Coahuila, for the facilities provided for conducting the field sampling.

End of English Version

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR, que a través del Proyecto 115942 financiaron el presente estudio. De igual manera se agradece a las autoridades civiles de los ejidos de los municipios de Viesca y San Pedro de las Colonias, Coahuila, por las facilidades otorgadas para la realización de los muestreos de campo.

LITERATURA CITADA

- 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 Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.
- BERN, CH.; BROZKA R.; DOE, W.; EASTER, M.; JONES, D.; SENSEMAN G.; SPROUSE W. 1999. Ecological monitoring on army lands. Land condition trend analysis II. Technical Reference Manual. CEMML – Colorado State University. SA. 681 p.
- BORN, D.J.; CHOJNACKY, D. C. 1985. Woodland tree volume estimation: A visual segmentation technique. Research Paper INT-344. USDA - Forest Service. USA. 16 p.
- BONHAM, D. CH. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Ohn Wiley & Sons. USA. 338 p.
- CARRANZA P. M. A.; VILLARREAL Q. 1997. Leguminosas de Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Departamento de Botánica. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- CNA. 2005. Extractor Rápido de Información Climatológica. Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua. México.
- CONAZA E INE. 2000. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo Alternativo Para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Folleto. www.ine.gob.mx Consulta en línea el 25 de mayo de 2010. 31 p.
- ELVIRA Q., J. R. 2006. El Cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmósfera. pp. 191-194. En: URBINA-SORIA, J.; J. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ. (Compiladores). Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. Algunos peligros del cambio climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología – Universidad Nacional Autónoma de México (SEMARNAT-INE-UNAM). 287 p.
- ESQUEDA C. M., H. 1985. Contenido, fluctuación y valor nutricional de mezquite *Prosopis glandulosa* var *torreyana*) en la dieta de bovinos durante la época de sequía. Tesis Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- FERNÁNDEZ, Q. 2008. Tráfico de mezquite. En: Semanario Coahuila Núm. 20. 19 de mayo de 2008. Grupo Editorial Coahuila. Saltillo, Coah. México. 30 p.
- FRANCO L., J.; DE LA CRUZ A. G.; CRUZ G. A.; ROCHA R. A.; NAVARRETE S. N.; FLORES M. G.; KATO M. E.; SÁNCHEZ C. S.; ABARCA A. L. G.; BEDIA S., C. M. 1995. Manual de Ecología. 2ª ed. 3ª reimpresión. Ed. Trillas. México. 266 p.
- GÓMEZ F., F. 1997. Apuntes del Curso de Aprovechamiento de la Vegetación Nativa de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. México. 256 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2002. Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie III. Aguascalientes, México.
- MELGOZA C., A.; ROYO M., M.; SIERRA T., J. S.; FIERROS R., R.; TOUTCHA L., K.; CASTILLO J., C. 2003. Manual de Plantas Forrajeras. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 8. Chihuahua, Chih. 56 p.
- MEZA S., R.; OSUNA L., E. 2003. Estudio Dasométrico del Mezquite en la Zona de Las Pocitas, B. C. S. INIFAP, Campo Experimental Todos Santos. México. 56 p.
- NEBEL B., J.; WRIGHT R., T. 1999. Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible. Sexta Edición. Editorial Pearson Prentice Hall. México. 720 p.
- NIEMBRO, R. A. 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Ed. LIMUSA. México. 206 p.
- ROMAHN DE LA V., C. F.; RAMÍREZ M. H.; TREVIÑO G., J. L. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 354 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. SEMARNAT-CONAFOR-INE-INIFAP-INE-GI. Comisión Nacional Forestal-Instituto Nacional de Ecología-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- VALENCIA C., C. M.; MARTÍN DEL C., M.; ANAYA E. 1998. Manejo de flora y desarrollo sustentable. En: PEDROZA, S. A.; RUIZ T. J.; ALANIZ G. L. 1998. Desarrollo rural sustentable. Experiencias enfoques y perspectivas Universidad Autónoma Chapingo. 183 p.
- VÁSQUEZ A., R. 1986. Inventario de vegetación. En: J. G. MEDINA T.; L. A. NATIVIDAD B. (comp.). Metodología de planeación integral de los recursos naturales. Serie Recursos Naturales Núm. 3. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp. 85-100 pp.
- VILLANUEVA D., J.; JASSO I., R.; GONZÁLEZ C., G.; SÁNCHEZ C., I.; POTISEK T., C. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera. Alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. CENID- RASPA INIFAP. Folleto Científico núm. 14. Gómez Palacio, Durango.