

## TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE BOSQUES DE MEZQUITE EN EL NORTE DE MEXICO

Gabriel Sosa Pérez

### *Introducción*

En ecosistemas semidesérticos de México, pocas son las alternativas de producción que pueden derivarse de las especies que se desarrollan de manera natural con baja disponibilidad de agua. El aprovechamiento de especies nativas como candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), oregano (*Lipia graveolens*), lechuguilla (*Agave lechequilla*) y mezquite (*Prosopis spp*) son algunas excepciones (Villanueva *et al.*, 2004).

De estas especies, el árbol de mezquite fue desde tiempos remotos, uno de los principales recursos naturales para los habitantes de las regiones desérticas, quienes encontraron en esta planta múltiples beneficios (CONAZA, 1994). En las poblaciones rurales la madera la utilizan como fuente energética en forma de leña y carbón, para elaboración de postes para cercos, construcción de muebles, parket, artesanías, casas habitación, hormas para zapatos, tablas y tablones. De este árbol el ganado consume sus frutos y hojas, además de la producción de su flor con fines apícolas, aprovechamiento de la goma que exuda y sus propiedades medicinales (Solis, 1997).

En la actualidad, el mezquite es un recurso de importancia para los pobladores de las regiones áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, la ganadería y la explotación de otras especies silvícolas. Sin embargo, en muchas áreas del país su densidad poblacional ha disminuido severamente, por lo que resulta necesario fomentar un aprovechamiento sustentable, que conlleve a generar beneficios económicos para los poseedores de este recurso, sin el deterioro y desaparición de las poblaciones (Maldonado y De la Garza, 2000).

Derivado de lo anterior, actualmente se está desarrollando un proyecto de investigación por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, apoyado por el fondo sectorial CONAFOR-CONACYT, enfocado a la generación de tecnologías para un manejo sustentable en la cadena productiva de la especie. El proyecto se desarrolla en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas. Su objetivo es generar técnicas que apoye a tomadores de decisiones y manejadores directos del recurso, y contribuya a un mejor aprovechamiento y conservación del mezquite.

### *Antecedentes*

El aprovechamiento del mezquite es una actividad antigua entre las comunidades indígenas y las poblaciones rurales del norte de México. Por ejemplo, en el estado de Sonora los yaquis lo utilizan en la construcción de viviendas, cercos, corrales, como medicina y alimento. Los Mayos consideran al mezquite como símbolo espiritual, la dureza de la madera representa la fortaleza espiritual y forma diaria de vivir. La comunidad Seri, lo utiliza como alimento, moliendo las vainas secas en morteros de piedra caliza para obtener harina, la cual contiene el 28.7% de proteína (Ortega *et al.*, 1996).

El Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES, 1989), reporta que el mezquite es una de las principales fuentes de proteína para el ganado aportando del 14.7 al 28.3%, a través del año y es una de las principales plantas que proporcionan forraje al ganado en la época de sequía, junto con el follaje las vainas son consumidas por el ganado durante la escasez de otros forrajes.

Se estima que la producción anual de vaina en el Antiplano Potosino varía de 4 a 50 kg/árbol y de 200 a 2200 kg/ha, en densidades de 25 a 445 árboles/ha; sin embargo se considera que solo el 15% de los árboles producen cantidades apreciables de vaina. Esto puede mejorar bajo ciertas técnicas (selección genética y plantación de individuos superiores, aclareos y manejo del rodal) para incrementar los rendimientos de la vaina por hectárea (Maldonado y De la Garza, 2000).

En relación a la madera del mezquite, las características de dureza, textura, color, estabilidad y la belleza de su acabado, puede ser de importancia primaria para su uso en la fabricación de muebles, artesanías y fabricación de pisos. Sin embargo, debido a las características de los árboles de mezquite en México, no existen medidas comerciales de madera, ya que su dureza, malformaciones, etc., lo hacen difícil de estandarizar y de trabajar. Aún para la producción de carbón, se requieren piezas de 5 a 20 cm de diámetro, relativamente libre de torceduras para lograr mayores rendimientos, por lo tanto, es importante aprovechar las poblaciones densas de mezquite mediante el aclareo y poda de la vegetación para lograr un apropiado manejo y producir con el tiempo madera de mucho mayor valor (recta, alta y gruesa) (Maldonado y De la Garza, 2000).

En forma experimental, se ha encontrado que el manejo de los rodales de *P. glandulosa* ofrece oportunidades para el desarrollo de árboles apropiados para la producción de madera de alta calidad, mediante el aclareo y podas de formación, obteniendo incrementos en el perímetro del tronco de hasta 59 cm en un año de condiciones naturales, comparado con el incremento testigo de 26 cm, (Cornejo *et al.*, 1992).

Otro uso importante del mezquite es para leña, es considerado como la leña por excelencia para la preparación de alimentos y calentar la vivienda en las comunidades rurales de las zonas áridas y semiáridas (CONAZA-INE, 1994). En épocas pasadas, los bosques de mezquite 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 (Villanueva *et al.*, 2004).

En la comarca lagunera (región conformada por municipios de Durango y Coahuila), el aprovechamiento del mezquite no ha sido la excepción, de tal forma que algunas comunidades en Coahuila, de los municipios de 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 toneladas de carbón, lo que implica utilizar aproximadamente 21,600 toneladas de leña. En términos generales, la experiencia de carboneros en estas

localidades, indican que para producir 1 a 1.2 toneladas de carbón se requieren 5 toneladas de leña, es decir, una eficiencia de carbonización del 20% (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, además de provocar problemas como erosión hídrica y eólica e impacto en el hábitat de la fauna silvestre (Villanueva *et al.*, 2004).

En algunos sitios donde se observan aún mezquiteras compactas como es el caso de la Llanura Rioverde en San Luis Potosí, 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 Antiplano Potosino, donde la colecta del fruto que se utiliza para la formación de dietas balanceadas o consumo directo en la alimentación del ganado, constituye una fuente adicional de ingresos para los habitantes del medio rural (Silbert, 1988).

A pesar de su utilidad, la conservación del mezquite ha sido controvertida, debido a que en algunas áreas de pastizal y terrenos abandonados para la agricultura esta especie es considerada como una planta invasora (CONAZA-INE, 1994; Corona *et al.*, 2000). En algunas regiones de México se ha promovido el establecimiento de plantaciones comerciales de mezquite principalmente para la producción de carbón (Osuna y Meza, 2003). Por otro lado, algunos estudios han demostrado que en Chihuahua y Durango se ha registrado crecimiento de las áreas con matorral desértico micrófilo, lo cual pudo ser ocasionado por la migración de los productores rurales a los centros urbanos. Superficies agrícolas de riego que han sido abandonadas por la escasez de agua, también han mostrado una revegetación acelerada con especies arbustivas y arbóreas. (Villanueva *et al.*, 2004).

### **Objetivo general**

Desarrollar, validar y transferir tecnologías para un manejo integral y sustentable de las poblaciones de mezquite en la región Norte-Centro de México.

### **Localización de las áreas de estudio**

La investigación se lleva a cabo en los estados de Chihuahua (municipio de Aldama, y municipio de Satevó), Coahuila (Ejido Cleto, del municipio de San Pedro de Las Colonias, y en el Ejido Bilbao, del municipio de Viesca), Durango (campo experimental de INIFAP, en el municipio de Durango, y en el predio de Santa Barbará, del municipio de Nazas) y Zacatecas (predio particular salinas, del municipio de Río Grande y en el Ejido de Santa Rita, del municipio de Nieves). Ver Figura 1. En cada estado se ubicaron dos sitios representativos para muestreos de campo, con el fin de cubrir la mayor variabilidad de la especie en la región.

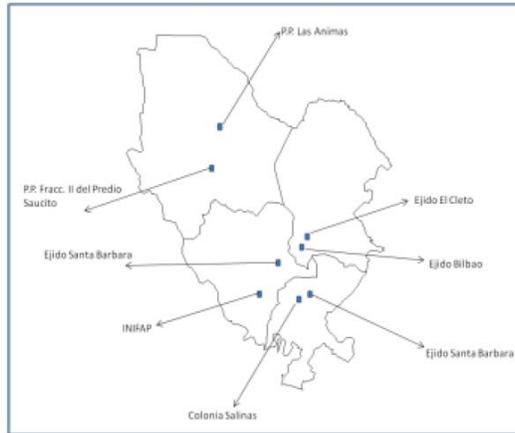


Figura 1.- Ubicación de las áreas de estudio.

### **Líneas de investigación del proyecto**

Distribución y estado actual de las poblaciones: Sistemas de Información Geográfica y estudios de abundancia de la especie.

Propagación de la especie: Colecta y manejo de germoplasma, tecnologías de producción de planta y reforestación.

Manejo de la especie: Podas y aclareos en poblaciones naturales, plantaciones comerciales y sistemas silvopastoriles.

Aprovechamiento maderable de la especie: Eficiencia en la producción de carbón, aprovechamiento de madera y leña.

Servicios ambientales: Almacenamiento de carbono en bosques de mezquite y conservación de suelo y agua.

Se presentan las metodologías y resultados de algunas líneas de investigación, considerando que el proyecto está en marcha y se siguen obteniendo resultados.

### **Distribución y estado actual de las poblaciones**

Se conformó una base de datos con la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la escala 1:250,000.

La cartografía permitió depurar la información con base en 45 cartas que incluyeron los estados considerados en este estudio. La base de datos incluyó uso de suelo y vegetación de la serie II de 1992, considerado como estado inicial, y la serie III de 2002 usado como estado final de las poblaciones de mezquite. Con base en estas series se calculó la superficie regional y estatal vegetada por mezquite. También, pudo establecerse el grado de modificación de la superficie de mezquite causada por actividades humanas y proliferación de otras especies vegetales. Cada capa de información se conformó con 42 cartas 1:250,000, las cuales tienen formato digital y requieren el programa ArcGIS® para su manejo. Se depuró la información que presentó desfases y se generó una sola capa de uso de suelo y vegetación en cada serie. Después de unir las capas de información (Serie II y III), se calcularon las superficies y se estableció el grado y la tasa anual de cambio entre las dos fechas de evaluación (1992 y 2002) (Trucios *et al.*, 2010).

La superficie regional para la distribución del mezquite en los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Coahuila alcanzó las 262,193 ha. Se registró disminución considerable en la superficie ocupada por el chaparral (-659,979 ha) y en el caso de mezquite la reducción alcanzó cifras de 59,475 ha y una tasa anual de deforestación de 5,947 ha. El decremento de la superficie ocupada por mezquite en Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas, se relacionó con el aprovechamiento desordenado de esta especie para su uso como leña y carbón. Se comprobó el efecto negativo de la industria carbonera sobre la superficie regional de mezquite, ya que se registró una mayor tasa de deforestación en Coahuila, donde existen importantes áreas carboneras (Trucios *et al.*, 2010).

### **Caracterización dasométrica de las poblaciones en las áreas de estudio**

La caracterización de la población de mezquite en cada sitio se realizó mediante el uso de la técnica de muestreo de vegetación “cuadrante de punto central”, que consistió en levantar información de cuatro árboles en cada punto ubicado sobre transectos dentro de los rodales en las áreas de estudio.

Se tomó información de cada individuo midiendo 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 en fustes y ramas el diámetro mayor a 5 cm).

En general, puede apreciarse que las áreas de Coahuila (Viesca y San Pedro de las Colonias), que son las que están siendo aprovechadas para carbón, son las que presentan el porcentaje de individuos de interés comercial más bajo (35 y 27% respectivamente). Las áreas de Aldama, Chih., y Cuencamé, Dgo., también presentan porcentajes bajos de árboles con interés comercial, esto es debido a las condiciones medioambientales presentes en el área que no permiten que los individuos desarrollen fustes y ramas de interés comercial. Por otra parte, en los sitios de Satevó, Chih., San Juan de Guadalupe, Dgo., Río Grande y Nieves, Zac., las condiciones medioambientales son más favorables y hay menos intervención, presentando porcentajes que van desde el 60 al 70% de individuos comercialmente aprovechables (Valenzuela *et al.*, 2010).

El carácter arbustivo del mezquite se acentúa con las condiciones climáticas adversas, en los sitios de Viesca, Coah., y Cuencamé, Dgo., en donde los individuos tienden a desarrollar de 5 a 7 tallos por individuo. Normalmente los individuos que fueron sometidos a disturbio o que fueron aprovechados tienden a desarrollar una gran cantidad de tallos, en algunos casos más de 15. Los sitios que presentan el mayor potencial de producción de madera son Satevó Chih., seguido de Aldama, Chih. y Río Grande, Zac. Sobresalen los sitios de Coahuila en cuanto a mayor densidad de árboles por hectárea, pero bajo potencial para producción de madera, esto se debe a la gran cantidad de rebrotes debido a la constante presión a la que se encuentran sometidas las áreas (Valenzuela *et al.*, 2010). Con esta información se tienen datos sobre la densidad poblacional de mezquite en cada zona y de manera general sobre el potencial de aprovechamiento comercial de acuerdo a las características dasométricas.

### **Tecnología para la colecta y manejo de germoplasma de mezquite**

Se validaron diferentes técnicas para la selección de árboles semilleros, forma de almacenamiento, tratamiento y pruebas de germinación de la semilla. En el año 2009 se evaluó el rendimiento individual de una muestra aleatoria de 12 árboles de un rodal natural de mezquite que carece de manejo forestal. Los árboles muestreados registraron un promedio de 5 m de altura, 10 tallos, 6.1 m de diámetro de copa, un rendimiento de 5.7 kg de vaina/árbol y 15 semillas por vaina. Se obtuvo el peso de 100 vainas y número de semillas por vaina. Los valores más altos fueron de 296.3 g/100 vainas; en contraste con el valor más bajo con 180.8 g por cada 100 vainas (Ríos *et al.*, 2010<sup>a</sup>).

Se aplicaron diferentes técnicas para extracción de semilla, limpieza y escarificación. En el año 2010 se produjeron 10 000 plantas de mezquite para evaluar diferentes fechas de plantación y tecnologías para producción en vivero y reforestación en áreas degradadas (Ríos *et al.*, 2010<sup>a</sup>). Con estas actividades se han generado metodologías y técnicas para el establecimiento de plantaciones de mezquite, pues desafortunadamente en la mayoría de los programas de producción de planta, no se considera que la calidad de la semilla influya directamente en la germinación y el crecimiento de las plántulas.

### **Generación de tablas de volumen y estimación de carbono almacenado en poblaciones de mezquite**

El objetivo de éste trabajo es la generación de modelos alométricos para mezquite y al mismo tiempo generar tablas de volumen para aprovechamiento comercial. Las evaluaciones fueron realizadas en los cuatro estados bajo estudio. En cada estado se evaluaron 30 árboles de mezquite a excepción de Chihuahua donde fueron evaluados 44 árboles, mismos que fueron seleccionados de acuerdo a la distribución diamétrica de cada sitio. Los árboles fueron derribados y separados en componentes: fuste principal, ramas comerciales, ramillas no comerciales y hojas. A los dos primeros se les determinó el volumen por medio de un Xilómetro. A los cuatro componentes se les determinó el peso fresco total en campo y se tomó una muestra para determinar el peso anhidro en laboratorio.

Con esto se calculó la biomasa por cada árbol muestreado. Para obtener la fracción de carbono se realizó un análisis químico elemental CHNS-O a 6 muestras por componente, en el Laboratorio de Análisis Químicos del CIMAV, S.C., en Chihuahua, Chih. El porcentaje promedio de biomasa fue mayor en el fuste (65.2 %), seguido de las ramas (64.9 %), ramillas (62.7 %) y hojas (43.1 %). El contenido de carbono más alto se registró en las hojas (47.2 %), seguido del fuste (46.3 %), ramas (45.5 %) y ramillas (45.2 %).

La información de volumen comercial obtenida permitió la generación de una tabla de volumen regional, que será utilizada para la elaboración de programas de manejo forestal de la especie, mediante sólo la medición de las variables diámetro basal y altura de cada árbol. De igual forma se generaron modelos alométricos para la estimación del potencial de captura de carbono en cualquier parte de la región, lo cual es fundamental para la elaboración de proyectos de captura de carbono (Ríos *et al.*, 2010).

## **Diseño y establecimiento de un sistema silvopastoril**

Existen diferentes tipos de sistemas silvopastoriles, con una variedad de posibilidades donde es posible que interactúen especies forestales (árboles y/o arbustos) con los componentes tradicionales (plantas forrajeras, herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. El mezquite por ejemplo, es una planta de difícil control, sin embargo, si consideramos que es una planta de cualidades excepcionales, que es ampliamente utilizada y que la especie juega un papel importante en el ecosistema, entonces podemos utilizarla en un sistema silvopastoril para mejorar los agostaderos, con el manejo adecuado de la densidad que permita la producción de pastos, a la vez que se mejoran los rodales y el forraje para ganado.

En los matorrales del desierto Chihuahuense de la región centro-sur y sureste de Chihuahua la ganadería extensiva ocupa la mayor superficie, ésta actividad ganadera presenta bajos índices productivos y el principal problema es el deterioro de sus ecosistemas, ya que son muy frágiles y a través de los años ha habido una sobreutilización de sus recursos forrajeros; por lo que existen extensas áreas con diferente grado de deterioro y algunas pueden ser mejoradas con la revegetación con pastos adaptados a la zona.

El objetivo de esta actividad es diseñar un sistema donde exista el equilibrio ecológico de la especie y se mejoren los ingresos de los dueños del recurso, mediante un mejor aprovechamiento del suelo en las áreas de mezquite. Se ha establecido una parcela experimental en un predio en el municipio de Aldama Chihuahua, donde existe mezquite en densidades bajas sobre suelos degradados. No existe abundancia de pastos para el ganado por lo que el único componente en el pastoreo son las hojas y vainas del mezquite. Teniendo presente el componente arbóreo, que en este caso es el mezquite, se establecieron bordos en curvas a nivel a cada 10 m dentro de la parcela, para el aprovechamiento de la humedad de las lluvias.

Sobre cada uno de los bordos se estableció pasto buffel, este pasto ha sido muy usado para revegetar tierras de pastoreo degradadas, es resistente a la sequía y puede crecer con una precipitación media anual de 270 a 300 mm. Su resistencia a la sequía puede ser parcialmente explicada por su profundo sistema radicular (Bodgan, 1977).

Sobre los mismos bordos se estableció una planta llamada chamizo (*Atriplex canescens*) que es un arbusto forrajero típico de los matorrales del Norte de México, el cual ofrece un forraje rico en proteínas durante la época de sequía, época en que la mayoría de la vegetación se encuentra en latencia (seca). Esta alternativa significa una reducción importante en los costos de producción, ya que permite disminuir la cantidad de concentrados ofrecidos al ganado durante su desarrollo. El aprovechamiento de las especies de pasto, arbustos y árboles en un sistema silvopastoril implica la implementación de un sistema de manejo no solo para las especies vegetales, sino para el ganado, por lo que se pretende establecer las técnicas y recomendaciones generales para el establecimiento y manejo de las parcelas.

## **Producción de carbón**

El uso del mezquite con mayor importancia económica es para la producción de carbón. Un problema que enfrenta el proceso de elaboración es la 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% de eficiencia. Se pretende mejorar dicho proceso con el uso de hornos metálicos que puede incrementar dicha eficiencia hasta en un 30%. Se pretende adaptar y transferir dicha tecnología con el fin de incrementar la cantidad de carbón producida por los productores mejorando los ingresos económicos y reduciendo el impacto a las poblaciones naturales de mezquite.

### **Áreas de impacto**

#### *Impacto científico y tecnológico*

Se obtendrá conocimiento del grado de diversidad y distribución actual de la especie. Se desarrollarán procesos tecnológicos que contribuyan al uso sustentable del mezquite en la producción maderable y de carbón. Se generaran bases que permitirán establecer planes de manejo del mezquite desde la colecta de germoplasma, producción de planta, reforestaciones y mejoramiento de técnicas de manejo (podas y aclareos), así como el conocimiento de la contribución de los bosques de mezquite en el almacenamiento de gases de efecto invernadero, como medidas de mitigación al cambio climático.

#### *Impacto socioeconómico*

Las zonas áridas son el hábitat de especies que son aprovechadas por un número considerable de campesinos de las comunidades con tierras de menor potencial agrícola y pecuario, por lo que tratan de complementar sus ingresos económicos con el aprovechamiento de la biodiversidad que el desierto contiene, como es el caso del mezquite.

Al mejorar los métodos de aprovechamiento del mezquite y la eficiencia de transformación de leña a carbón se incrementarán los ingresos a las familias que se dedican a la producción. Datos recabados relacionados con el precio del carbón pagado directamente al productor, indican que el precio no supera los \$2.0/Kg. Este precio es sumamente bajo si se considera que en el mercado este producto se cotiza hasta \$10.0/Kg. Sin embargo, es importante mencionar que hay un grave problema en la elaboración de carbón clandestino, y por lo tanto representa una oportunidad para el intermediarismo o “coyotes” que pagan el carbón del productor a precios muy bajos.

Regular el aprovechamiento del mezquite y contar con las herramientas y tecnología adecuadas para su manejo, ayudara a las comunidades rurales que actualmente dependen de los productos derivados del mezquite y contribuye a la permanencia de esos bosques para las futuras generaciones.

De acuerdo con datos de SEMARNAT (1998), el aprovechamiento del mezquite constituye la segunda actividad económica forestal en el Municipio de San Juan de Guadalupe en el Estado de Durango, que representa la producción de carbón en la comarca lagunera, y el municipio de Viesca en Coahuila, con la producción de leña.

### *Impacto ambiental*

El conocimiento e implementación de técnicas eficientes de manejo del mezquite permitirán la conservación de las áreas de arboladas y arbustivas. Se contribuye a reducir el impacto negativo que provoca la explotación incontrolada del mezquite en la región de estudio, y en especial en la región de la Comarca Lagunera. Al mantenerse el mezquite se conserva el suelo y se evita la erosión hídrica que provoca las tolvaneras en dicha región. El mezquite también es una leguminosa que tiene la capacidad de fijar nitrógeno y aportarlo al suelo.

### *Conclusiones*

Conocer los requerimientos ecológicos de la especie, las estrategias adaptativas y reproductivas, es una herramienta fundamental para el conocimiento y utilización de la especie. Se trata de conocer la dinámica y los factores que determinan la estabilidad de los ambientes áridos y semiáridos.

La investigación indica que los mezquiales en algunas zonas de la región estudiada y bajo las condiciones naturales en que actualmente se presentan, difícilmente podrían producir madera adecuada para la fabricación de muebles. Sin embargo, al hacerse aclareos y podas, se podría por el momento obtener una gran cantidad de madera para combustible y se tendrían arboles mejor conformados, logrando a la vez una mejora en la producción maderable y de pasto para el ganado en los agostaderos, al abrirse los espacios para que los pastos forrajeros prosperen.

En general se percibe un evidente interés por el mezquite y sus productos, así como falta de información de sus aprovechamientos, aunado a la apertura de tierras al cultivo, el crecimiento demográfico, el sobrepastoreo, a la presencia de plagas, enfermedades e incendios, etc. Por lo que es importante establecer planes de acción para generar y validar tecnologías para la conservación y restauración de esta importante especie.

## REFERENCIAS

- BODGAN A V. 1977. Tropical Pasture and Fodder plants (Grasses and Legumes). Pub. Longman Inc. New York, USA. p.264.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES PECUARIAS DEL ESTADO DE SONORA. (CIPES). 1989. Manejo de Pastizales. 20 años de investigación pecuaria en el estado de Sonora. INIFAP-SARH. Gobierno del Estado. UGRS. p 55.
- COMISIÓN NACIONAL DE LAS ZONAS ÁRIDAS (CONAZA). 1994. Mezquite (*Prosopis* spp.). Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto Nacional de Ecología. 30 p.
- CORNEJO O., E, S, Gronky y P. Felker. 1992. Mature mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) stand description and preliminary effects of understory removal and fertilization on growth. *J. of Arid Environments* 22:339-351.
- CORONA C., F.; F. Gómez L., E.y G. Ramos R. 2000. Análisis químico proximal de la vaina del mezquite (*Prosopis torreyana*) en árboles podados y no podados en diferentes etapas de fructificación. *Rev. Chapingo Serie Zonas Áridas* 1: 21-28.
- MALDONADO A., L. J. y De la Garza P., F.E. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. En: Frías H., J., Olalde P., V. y Vernon C., J. (Eds). 2000. El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. Pp. 37-50.
- ORTEGA, N.M., L. Vázquez and M.R. Robles. 1966. Protein Quality and Antinutritional Factors of Wild legume Seeds from the Sonoran Desert. *J. Agric. Food. Chem.* 1966, 44, 3130-3132.
- OSUNA L., E. y R. Meza S. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del mezquital de Baja California Sur. Folleto Técnico Núm. 8. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Todos Santos. La Paz, Baja California Sur. México.
- RIOS S., J.C.; A. G. Valles G.; G. Sosa P.; J. A. Sigala R. D. Alvarran A. 2010. Ajuste de modelos matemáticos para estimar la producción de Biomasa y captura de carbono en mezquite. Memoria de Resúmenes. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. México. p. 131.
- RIOS S., J.C.; A. G. Valles G.; L.M. Valenzuela N.; G. Sosa P.; J. A. Sigala R. 2010a. Caracterización poblacional y desarrollo de tabla de volúmenes para estimar producción de madera en mezquite. Memoria de Resúmenes. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. México. p. 135.
- SECRETARIA DE 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, Mex.
- 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.

- SOLIS G. G., 1997. Evaluación poblacional actual del mezquite y palo fierro en ambientes áridos sujetos a un aprovechamiento continuo. CONACYT. 3888-N9401. Informe Final de Proyecto. Hermosillo Sonora. 86 p.
- TRUCIOS C., R.; J. C. Ríos S.; L.M. Valenzuela N.; G. Sosa P.; R. Rosales S.; J. Estrada A. 2010. Actualización de la superficie ocupada con áreas vegetadas por mezquite en el norte-centro de México. Memoria de Resúmenes. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. México. p. 128.
- VALENZUELA N., L. M.; J. C. Ríos S.; R. Trucios C.; G. Sosa P.; R. Rosales S. 2010. Caracterización dasométrica de áreas vegetadas por mezquite en el Norte-Centro de México. Memoria de Resúmenes. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. México. p. 134.
- VILLANUEVA D., J., A. Hernández R. and Ramírez G. 2000. Mesquite a multi-purpose species in two locations of San Luis Potosi, México. In Ffolliott, P.F., M. Baker, C.B. Carleton, C. Madelyn, and K.L. Mora. (technical coordinators). Land stewardship in the 21<sup>st</sup> 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. 438p.
- \_\_\_\_\_, J., R. Jasso I., G. Gonzalez C., I. Sanchez C. y C. Potisek T. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera: alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. INIFAP. CENID-RASPA. Folleto científico No.14. Gomez Palacio Dgo. México. 35 p.