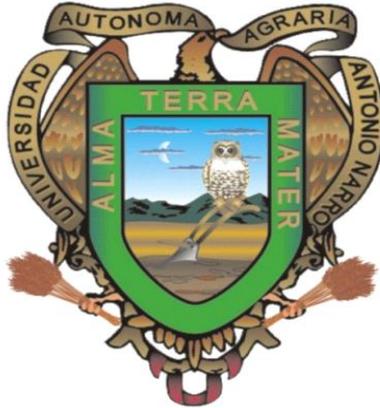


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Regeneración Asexual de Mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) por Rebrotos de Tocón en Poblaciones Naturales del Norte de Coahuila

Por:

SERGIO CRUZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Regeneración Asexual de Mezquite (*Prosopis glandulosa Torr.*) por Rebrotos de
Tocón en Poblaciones Naturales del Norte de Coahuila

Por:

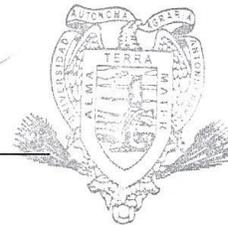
SERGIO CRUZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada



M.C José Armando Nájera Castro
Asesor Principal

DEPARTAMENTO FORESTAL

Dr. Jorge Méndez González
Coasesor

M.C. José Aniseto Díaz Balderas
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | I |
| ÍNDICE DE CUADROS | IV |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VI |
| AGRADECIMIENTOS | VII |
| RESUMEN | IIX |
| ABSTRAC..... | X |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2 Objetivo general..... | 4 |
| 1.2.1 Objetivos específicos | 4 |
| 1.3 Hipótesis | 4 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 2.1.1 Localización del área de estudio..... | 5 |
| 2.1.2 Caracterización del mezquite..... | 6 |
| 2.1.3 Descripción del genero <i>Prosopis</i> | 6 |
| 2.1.4 Distribución del genero <i>Prosopis</i> en Mexico | 7 |
| 2.1.5 Especies de mezquite..... | 8 |
| 2.2.1 Importancia del mezquite | 10 |
| 2.2.2. Usos Tradicionales del mezquite | 10 |
| 2.2.3 Importancia ecológica | 12 |
| 2.2.4 Importación económica..... | 14 |
| 2.2.5 Aspectos del cultivo del mezquite | 15 |
| 2.2.6 Tratamientos silvícola | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.2.7 | Tratamientos Intermedios | 18 |
| 2.3.1 | Regeneración | 19 |
| 2.3.2 | Tratamientos de regeneración | 22 |
| 2.3.3 | Monte alto | 24 |
| 2.3.4 | Monte bajo | 25 |
| 2.3.5 | Ventajas del monte bajo: | 27 |
| 2.3.6 | Desventajas del monte bajo:..... | 27 |
| 2.3.7 | Trabajos afines | 28 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 30 |
| 3.1 | Descripción del área de estudio | 30 |
| 3.1.1 | Características físicas y biológicas | 30 |
| 3.1.2 | Hidrografía | 30 |
| 3.1.3 | Clima | 30 |
| 3.1.4 | Fauna | 31 |
| 3.1.5 | Vegetación..... | 32 |
| 3.1.6 | Suelo | 32 |
| 3.1.7 | Hábitat | 33 |
| 3.2.1 | Metodología | 33 |
| 3.2.2 | Tratamientos evaluados | 33 |
| 3.2.3 | Variables evaluadas | 34 |
| 3.2.4 | Diseño experimental | 34 |
| 3.2.5 | Modelo Estadístico al azar..... | 35 |
| 3.2.6 | Toma de datos de campo | 36 |
| 3.2.7 | Procesamiento de la información de campo | 36 |

| | |
|----------------------------------|----|
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 37 |
| 4.1 Primera evaluación | 37 |
| 4.2 Segunda evaluación | 39 |
| 4.3 Tercera evaluación | 41 |
| 4.4 Cuarta evaluación | 45 |
| V. CONCLUSIONES | 51 |
| VI. LITERATURA CITADA | 52 |
| VII. APÉNDICE | 60 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro. 1 Clasificación taxonómica del mezquite..... | 6 |
| Cuadro 2. Distribución de las especies del genero <i>Prosopis</i> | 7 |
| Cuadro 3. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable número de rebrotes..... | 38 |
| Cuadro 4. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote..... | 39 |
| Cuadro 5. Prueba de comparacion de las medias de Tukey para la variable números de rebrotes..... | 40 |
| Cuadro 6. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote..... | 41 |
| Cuadro 7. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable número de rebrotes..... | 42 |
| Cuadro 8. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 9. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable altura total de los rebrotes (tomando en cuenta la altura del tocón)..... | 44 |
| Cuadro 10. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable diámetro de copa de los rebrotes..... | 45 |
| Cuadro 11. Prueba de Comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote. | 46 |
| Cuadro 12. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable altura total de los rebrotes (tomando en cuenta la altura del tocón)..... | 47 |
| Cuadro 13. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable diámetro de copa de los rebrotes..... | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila en la Unidad Regional Norte, de la UAAAN. | 5 |
| Figura 2. Distribución geográfica del genero <i>prosopis</i> en México..... | 10 |
| Figura 3. Tendencia del número de rebrotes en los tratamientos de regeneración asexual por rebrote. | 46 |
| Figura 4. Comparación de la longitud de los rebrotes en los tratamientos de generación asexual por rebrote (Sin tomar en cuenta la altura del tocón). | 50 |
| Figura 5. Grafica para el total de los rebrotes en las agrupaciones de las categorías diamétricas en los tocones. | 48 |

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi “Alma Terra Mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de terminar mis estudios como Ingeniero Forestal.

A mis padres por darme la vida, una maravillosa formación, por su ternura y todo su amor, y por contagiarme de sus mayores fortalezas. Mamá, tú me pusiste como ejemplo el ser “luchona” y decidida, y el pelear contra la adversidad que es una condición dolorosa pero pasajera, me enseñaste a levantarme después de cada tropiezo y a tener siempre un colchón para los tiempos difíciles. Papá, me enseñaste a ser perseverante y paciente, a ponerme pasos fijos para alcanzar mis metas, a ver los problemas con la cabeza fría y como situaciones solucionables y no como dramas, y a guiarme por la premisa de que “toda disciplina tiene su recompensa”.

A mis hermanos (as) nuestras vidas año con año van tomando rumbos diferentes, cada uno de nosotros busca su propio bienestar, pero hermanos cuentan conmigo siempre, mi apoyo es incondicional, nuestros lazos de hermandad deben de ser siempre y en todo momento sincero, sin que nada ni nadie interfiera en ellos, y en especial a mi hermana Laura Cruz García por brindarme todo su apoyo y siempre contar con ella en las buenas y en las malas.
“GRACIAS”

A mis amigos Evelio García Camilo, Luis Mauricio Pérez Zarate, José Valentín Zúñiga Hernández, Víctor Rivas del Bosque, Ilse Iturbide Andrés, Mirna Cruz Méndez, Leydi Recinos López, Nancy del Carmen Zúñiga Villegas a todos los buenos amigos que por la distancia no se encuentra hoy, porque gracias a su

apoyo, a su compañía, a sus buenos consejos y por estar siempre con una palabra de aliento cuando lo he necesitado, Considero que todos los amigos en especial los que están en línea, llegan a ser una parte muy importante en la vida de cada uno, porque se conocen interiormente, ahí no hay tapujos, no hay miedos a el que pensarán llegas a hablar con el alma, con cada uno de ellos...

A Mónica Ramírez Montoya por brindarme todo su apoyo incondicionalmente y siempre contar con ella en las buenas y en las malas.

A mis compañeros de la generación y carrera Forestal a cada uno de ellos por pasar bueno ratos en formación profesional como Ingeniero Forestal.

Al M. C. José Armando Nájera Castro, no solo por el apoyo brindado en la realización del trabajo, sino también en el aula, por su enseñanza para mi formación como profesionista, pero sobre todo por su valiosa amistad.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas, por su asesoría en la revisión de este trabajo.

Al DR. Jorge Méndez Gonzalez, por su asesoría en la revisión de este trabajo.

AL Ing. Jaime Flores Gaona, por su apoyo para la realización de este trabajo.

AL Lic. Sandra Carrizales Ruiz, por su apoyo moral y amistad en la estancia en la ciudad de saltillo, Coahuila.

Al personal del Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila en la Unidad Regional Norte, perteneciente a la UAAAN, por la ayuda recibida para elaborar este trabajo. Gracias a cada una de las personas que colaboraron en el trabajo de campo.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue desarrollar una herramienta silvícola con el método de monte bajo para prescribir los tratamientos de regeneración asexual a partir de rebrotes en los tocones, para predecir la cantidad de rebrotes que genera el mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.); el estudio se llevó a cabo en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, municipio de Zaragoza, Coahuila, México. Actualmente el mezquite es aprovechado como materia prima para elaborar carbón. Con los datos provenientes de 45 árboles seleccionados mediante un muestreo al azar en las 9 parcelas establecidas en campo. Se realizó un corte transversal a diferentes alturas del tocón, las cuales fueron de 30 cm, 60 cm y 90 cm; una vez aplicados los tratamientos se procedió a evaluar en las siguientes fechas: la primera y segunda evaluación se realizaron en septiembre y noviembre del año 2012 y la tercera y cuarta evaluación fueron en julio y octubre del año 2013. Las variables establecidas fueron el número de rebrotes, longitud de rebrotes, diámetro de copa de los rebrotes, altura total del rebrote y diámetro del tocón. Los datos obtenidos en campo se capturaron en Excel con la finalidad de facilitar el manejo de la información; con estos datos se realizó el proceso del análisis estadístico con un nivel de confianza $P=95\%$ en el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0, en cual se introdujeron las variables ya mencionadas anteriormente de las diferentes evaluaciones realizadas para estimar la regeneración asexual por rebrote.

Los resultados indican que el mayor tratamiento es el T3 (tocón de 90 cm) para las variables número de rebrotes y longitud de los rebrotes. La categoría diamétrica de 15 cm fue la que obtuvo mayor número de rebrotes en los tocones de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.)

Palabras clave: monte bajo, rebrotes, mezquite, *Prosopis glandulosa* Torr.

ABSTRACT

This study was carried out with the purpose of developing a forestry tool with Stump-Sprouts method in order to prescribe asexual regeneration treatments based on the re-sprouting of the stumps, to be able to predict the quantity of buds generated by mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.); the study was carried out in Zaragoza, Coahuila experimental station, municipality of Zaragoza, Coahuila, Mexico. Currently, mesquite is used as raw material for manufacturing charcoal. With data from 45 trees selected through random sampling in the 9 already established plots of the field. A cross-sectional cut was done at different heights of the stump, which were at 30 cm, 60 cm, and 90 cm; once the treatments were applied, an evaluation was carried out on the following dates: first and second evaluations were carried out in September and November 2012 and the third and fourth evaluations were in July and October 2013. Established variables were the number of buds, buds length, diameter of the buds top, total buds height, and stump diameter. In order to facilitate the management of information, data obtained in the field was captured in Excel, with this data, statistical analysis process was carried out at a confidence level P=95%, according to the SAS (Statistical Analysis System) program, version 9.0, where the former variables of the different evaluations that were carried out to estimate asexual regeneration re-sprouting were inserted.

Results indicate that the highest treatment is T3 (90 cm stump) for number of buds and buds length variables. The 15 cm diametric category obtained the highest number of re-sprouting of the mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) stumps.

Key words: Stump-Sprouts, buds, mesquite, *Prosopis glandulosa* Torr.

I. INTRODUCCIÓN

El mezquite es considerado como un recurso natural de importancia en ciertas regiones de México. Es un árbol característico, por su porte y talla, generalmente sobresale y destaca entre otras plantas (Gómez, 1970). Bajo condiciones favorables de suelo y humedad, pueden crecer hasta más de ocho metros de altura y en condiciones de aridez extrema se desarrolla como arbusto (INIREB, 1982). Frecuentemente, esta planta se considera como maleza indeseable y se le combate porque se le atribuye una gran competencia con especies forrajeras (INIREB, 1982).

En la región Norte de México constituyen superficies muy reducidas de especies forestales maderables; sin embargo, una gran mayoría de ellas son explotadas en forma irracional, debido a la utilización que tiene como combustible y material para construcción. Esta especie se puede aprovechar en forma racional, mediante investigaciones que permitan definir usos adecuados, por medio de programas de fomento, conservación y explotación de especies, lo que permitiría influir en el modo de vida de los habitantes de éstas zonas (Dávila, 1982).

Debido a la abundancia y ambiente ecológico, las especies de *Prosopis* son un importante elemento de la vegetación, utilizándose como refugio, leña y alimento para el hombre, sombra y forraje para la fauna silvestre y doméstica. Es indiscutible el valor de sus flores en apicultura, los frutos de algunas especies y variedades son usadas como alimento en forma de harinas o bebidas fermentadas, aún así, éstos productos no han alcanzado la aceptación general (Dávila, 1982).

En nuestro país en ecosistemas áridos y semiáridos del norte, se encuentran los recursos forestales especies no maderables, entre estos el Mezquite *Prosopis glandulosa* Torr. que es una especie que se distribuye ampliamente en regiones del centro y norte de México. En los últimos años se ha incrementado el uso y aprovechamiento del mezquite por número considerable de habitantes de las zonas marginadas que dependen de esta especie, así como por animales domésticos y fauna silvestre.

Una de las especies características en casi todas las zonas áridas y semiáridas de nuestro país, la cual es muy importante para estas zonas debido a la gran diversidad de productos que se pueden obtener de él, tal como leña, carbón, madera aserrada, postes para cerca, durmientes, muebles, harinas para consumo humano, miel, forrajes (CONAZA e INE, 1994).

Desde el punto de vista ecológico, el mezquite posee un alto grado de adaptabilidad a las regiones desérticas, por lo que juega un papel muy importante dentro del ecosistema de las zonas áridas, debido a que es un fijador de nitrógeno de la atmósfera al suelo, mejorando su fertilidad (CONAZA e INE, 1994).

1.1 Planteamiento del problema

El mezquite ha sido durante siglos objeto de una explotación irracional, debido a una absoluta carencia de estudios acerca de su verdadero potencial y las técnicas dasonómicas adecuadas que permitan lograr un manejo adecuado del recurso, el cual debe empezar por la realización de un inventario que permita cuantificarlo y calificarlo; analizar los aspectos ecológicos que permitan conocer su organización espacial, tanto horizontal como vertical, para conocer el nivel de equilibrio necesario y así mantener un aprovechamiento sostenible.

Es innegable que desde una perspectiva tanto económica como ecológica, el mezquite constituye un recurso forestal maderable de primordial importancia para los campesinos de zonas áridas y semiáridas de México; sin embargo, la explotación irracional y desmedida de que ha sido objeto, ha conducido a la degradación acelerada de las comunidades de mezquite, que se ha reflejado, no sólo en la pérdida del recurso en sí, sino que se ha agravado con el mayor deterioro de los suelos y afectación de las aguas subterráneas de las cuencas hidrológicas respectivas; estos fenómenos han conducido a la alteración del equilibrio ecológico de los frágiles ecosistemas de las zonas de mezquitales. Lo cual, a su vez, ha afectado en gran medida a las comunidades rurales de esos sitios, sean ejidatarios, pequeños propietarios o miembros de propiedades comunales. En consecuencia, resulta imprescindible la aplicación de técnicas silvícolas que permitan su aprovechamiento racional y sostenible.

El problema es que no existen estudios sobre la regeneración del mezquite y solo se ha mantenido el manejo silvícola a través de las podas, lo cual no se puede mantener indefinidamente, por lo que se hace necesario analizar la posibilidad de regenerar este recurso por medio de regeneración asexual.

1.2 Objetivo general

Evaluar la respuesta de la regeneración asexual con el método de monte bajo por medio de rebrotes de tocón para el manejo y aprovechamiento de las poblaciones de *Prosopis glandulosa* Torr.

1.2.1 Objetivos específicos

1) Evaluar la respuesta a la aplicación de tratamientos de regeneración asexual por rebrotes de cepa con diferentes alturas de tocón, en poblaciones naturales de *Prosopis glandulosa* Torr.

2) Contar con una herramienta silvícola específica para prescribir tratamientos de regeneración adecuados para el manejo y aprovechamiento de poblaciones de mezquite.

1.3 Hipótesis

Ho. No existen diferencias en la emisión y crecimiento de rebrotes entre las diferentes alturas del tocón de *Prosopis glandulosa* Torr.

Ha. La emisión de rebrotes y crecimiento es diferente en al menos en alguna de las alturas del tocón de *Prosopis glandulosa* Torr.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el campo experimental Zaragoza, Coahuila, en la Unidad Regional Norte, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El campo se localiza en el municipio de Zaragoza, Coahuila, en el km 23 de la carretera Morelos - Acuña a 13 km al norte de Zaragoza, Coahuila; en las coordenadas 28° 33' de latitud norte y 100° 55' de longitud oeste, con una altitud de 350 msnm (Figura 1).

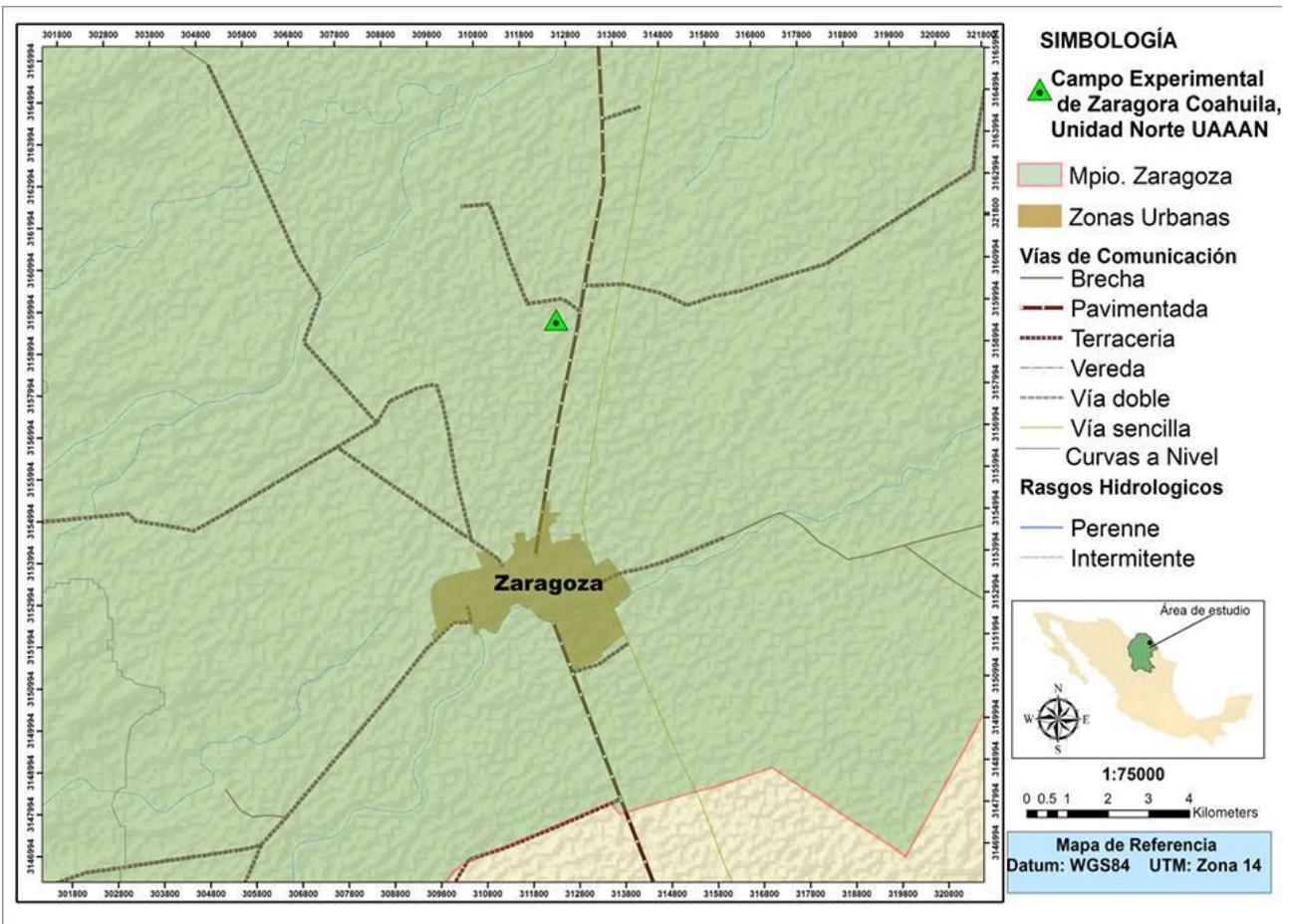


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila, en la Unidad Regional Norte de la UAAAN.

2.1.2 Caracterización del mezquite

Según Burkart (1976), la posición taxonómica del mezquite es la siguiente (Cuadro 1):

Cuadro. 1 Clasificación taxonómica del mezquite.

| | |
|-------------|----------------------|
| Reino: | <i>Plantaje</i> |
| Filum: | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase: | <i>Magnoliopsida</i> |
| Orden: | <i>Fabales</i> |
| Familia: | <i>Fabaceae</i> |
| Subfamilia: | <i>Mimosoideae</i> |
| Género: | <i>Prosopis</i> |
| Especie: | <i>glandulosa</i> |

2.1.3 Descripción del genero *Prosopis*

El mezquite es un arbusto o 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. Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo verdoso, agrupadas en racimos, miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con 5 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, indehisciente, 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).

De acuerdo con Turner *et al.* (1995), *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* es un arbusto o árbol pequeño de espinas grandes que alcanza una altura de más de 9 m; tiene de 8 a 20 pares de foliolos en un par de pinnas (rara vez dos pares), de linear a oblongos de 15 a 22 mm de longitud que es de 7 a 9 veces su ancho y generalmente están espaciados de 5 a 6 mm de separación, pueden ser glabros o ciliados con vellosidades cortas en los márgenes; las vainas son de 10 a 25 cm de longitud y de 1 a 1.5 cm de ancho, de color paja cuando maduran.

2.1.4 Distribución del genero *Prosopis* en México

El género *Prosopis* se encuentra en una gran variedad de suelos y climas; comprende 44 especies ampliamente distribuidas en las regiones áridas y semiáridas de Asia, África y América, de las cuales 40 son nativas de América. En México se encuentran alrededor de 11 especies de las cuales tres son nuevas para la ciencia (Palacios, 2006).

Cuadro 2. Distribución de las especies del genero *Prosopis* (Palacios, 2006).

| ESPECIES | ESTADO |
|-----------------------------|---|
| <i>P. odorata</i> | Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León y Zacatecas. |
| <i>P. glandulosa</i> | Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. |
| <i>P. velutina</i> | Sonora. |
| <i>P. articulata</i> | Sonora y Baja California Sur. |
| <i>P. tamaulipana</i> | Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz. |
| <i>P. yaquiana</i> sp. nov. | Sonora, Baja California Sur y Sinaloa. |

| | |
|------------------------------|---|
| <i>P. vidaliana</i> | Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. |
| <i>P. laevigata</i> | Nuevo León, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. |
| <i>P. mezcalana sp. nov.</i> | Guerrero y Michoacán. |
| <i>P. mayana sp. nov.</i> | Yucatán. |
| <i>P. julliflora</i> | Nuevo León, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. |

2.1.5 Especies de mezquite

El complejo norteamericano, cuenta con nueve especies, una con dos variedades, todas ellas presentes en el país. Su distribución comprende casi todo el territorio mexicano, con excepción de las zonas montañosas y las partes bajas del sureste del país; es particularmente en zonas áridas y semiáridas aunque su amplio rango ecológico le permite ser localizado en zonas con temperaturas medias que van de 20 a 29°C, con precipitaciones que oscilan entre 350 y 1, 200 mm anuales. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2,200 m de altitud;

crece preferentemente en llanuras y bajíos, sobre suelos profundos (Rzedowski, 1988).

Los estados de la República Mexicana que destacan por la producción forestal de mezquite son: Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León (Dávila, 1983, citado por Cervantes, 2002).

De menor importancia en la producción forestal de mezquite son los estados de: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Jalisco, Oaxaca, Querétaro y Sinaloa (Dávila, 1983, citado por Cervantes 2002).

De acuerdo con Johnston (1962), citado por Villanueva *et al*, (2004), 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), y en la Comarca Lagunera, según parece también se encuentra presente *Prosopis velutina*, así como híbridos de las especies mencionadas.

Prosopis glandulosa var. *Torreyana* L. Benson, es la especie más agresiva que crece en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Galindo, 1983)

Mientras que *Prosopis glandulosa* var. *Glandulosa* Torr., es dominante en el norte de México, en los estados de Coahuila, Chihuahua, Sonora, Nuevo León y norte de Tamaulipas.



Figura 2. Distribución geográfica del género *Prosopis* en México: *P.odorata* *P.glandulosa* *P.laevigata* *P.velutina* *P.articulata* (Palacios, 2006).

2.2.1 Importancia del mezquite

2.2.2. Usos tradicionales del mezquite

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).

La producción de leña y carbón en nuestro país, presentó un incremento de casi un 50% de 1990 al 2001 con 704 mil m³r y se estima que en ese periodo unos 27.4 millones de personas utilizaron leña, 63.8% en el medio rural y el resto en zonas urbanas. (Felker, 1996; CSAFR, 1997; Patch y Felker, 1997; Tripp y Arriaga, 2001; INEGI, 2003).

De acuerdo con López-Franco *et al.* (2006) actualmente se utiliza la goma de mezquite como una alternativa de uso industrial.

En el trabajo de Galindo (1983) se numeran y describen los usos que se le ha dado al Mezquite en México. En la alimentación humana la vaina se consume como fruta fresca, fruta en almíbar, pinole de mezquite, atole de mezquite y vino de mezquite. También para el uso forrajero de la vaina adquiere gran importancia en las zonas áridas. La vaina es un excelente alimento tanto por su alto contenido de carbohidratos y proteínas, como por su palatabilidad para todo tipo de ganado.

Uso medicinal. La infusión de algunas partes de la planta se usa para combatir la disentería; el cocimiento de hojas (bálsamo de mezquite) se emplea para combatir algunas infecciones de los ojos, se sabe que sus extractos en alcohol de las hojas frescas y maduras han mostrado una marcada acción antibacterial contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* como astringente. Las flores en cocción y la corteza de la raíz, como vomitivo y purgante, para curar heridas, antihelmíntico, dolor de estómago (INE, 2007).

2.2.3 Importancia ecológica

La importancia ecológica del mezquite es indiscutible; por una parte juega un papel importante en el medio ambiente como planta fijadora de nitrógeno, enriquece el suelo a su alrededor, promueve el crecimiento de matorrales asociados a ella y por tanto previene la erosión del suelo; así mismo, actúa como planta nodriza de numerosas especies de aves y roedores (Golubov *et al.* 2001).

Los mezquites se consideran especies freatofíticas ya que extraen agua del subsuelo mediante su gran sistema radicular que se ha encontrado a 80 metros de profundidad; se consideran resistentes a la sequía y se presentan en áreas con precipitaciones menores de 250 a 500 mm o más según la región. La eficiencia en el uso del agua es variable y se encuentra entre los 205 a 19,700 kg de agua/kg de materia seca producido. Existen algunas especies tolerantes a las altas temperaturas y otras a las heladas, pero el máximo crecimiento se ha encontrado a 30 °C; se desarrollan en diferentes niveles de salinidad y se ha encontrado un ligero decremento en el crecimiento a niveles de salinidad de 36,000 mg de cloruro de sodio/litro de solución, siendo *Prosopis articulata* una de las especies más tolerantes a la salinidad entre otras (Felker, 1979; Felker *et al.*, 1981; Felker *et al.*, 1982; Fagg y Stewart, 1994).

Las especies del género *Prosopis* se consideran útiles para la estabilización y mejoramiento del suelo al incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y la tasa de infiltración y la cantidad de nitrógeno en el suelo. Las bacterias del género *Rhizobium* se asocian al mezquite y otras leguminosas formando nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico y se estima que una hectárea de mezquite adiciona al suelo el equivalente a 300 kg de nitrógeno en forma de amonio en un año (Nabhan, 1985; NAS, 1980; Harsh y Tewari, 1998).

En el Desierto Sonorense y Centro de México se ha encontrado que bajo los arbustos de porte alto como los mezquites, las especies herbáceas presentan un mayor crecimiento y producción con respecto a las que se encuentran en los interespacios, debido a que estos arbustos modifican favorablemente el microambiente. Estas condiciones facilitan el establecimiento de varias especies como el quelite (*Amatanthus palmeri*), cardón (*Pachycereus pringleii*), lomboy (*Jatropha cinérea*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), entre otras. La diversidad y complejidad de la vegetación es esencial en la calidad del hábitat de la fauna silvestre, además se permite un buen funcionamiento de las cuencas y da valor estético del paisaje (Nabhan, 1985; West, 1989; Archer y Smeins, 1991; Livingston *et al.*, 1995; Cruz *et al.*, 1995).

Como recurso alimenticio las hojas son utilizadas por larvas de mariposas, escarabajos y otros insectos, algunos de ellos son monófagos y/o especialistas (Cates y Rhoades, 1977). Las flores proporcionan polen y néctar en mayor cantidad que la mayoría de las plantas del desierto, dípteros, coleópteros y en mayor número himenópteros, se alimentan del polen y del néctar del mezquite. Las inflorescencias también sirven como sitio de cacería para arañas, mántidos y chinches, o como sitio de apareamiento para algunos escarabajos y abejas, sin duda las abejas solitarias son los organismos que más dependen del mezquite para su sobrevivencia, ya que muchas de ellas son altamente específicas y el polen constituye la fuente principal de alimento para sus larvas (Simpson *et al.*, 1977). Los frutos tienen un valor nutritivo muy alto y son utilizados por algunos insectos como fuente de alimento; ninfas y adultos de algunos hemípteros (chinches), así como larvas de mariposas, se alimentan de la parte externa de los frutos, mientras que otras larvas de mariposas y larvas de coleópteros, especialmente los brúquidos, se alimentan de la parte interna, incluso tres géneros se alimentan exclusivamente de *Prosopis* y son las causantes de la reducción drástica del número de semillas viables; el escape de la predación de estos invertebrados depende de que los vertebrados (aves y

mamíferos) coman los frutos, ya que al ser comidas las vainas se mueren los escarabajos por la acción de los fluidos digestivos, las semillas no son afectadas y cuando salen al exterior con los excrementos éstos le proveen un micro hábitat húmedo y fértil para la germinación (Kingsolver *et al.*, 1977).

Desde el punto de vista ecológico, los mezquiales son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje (Felker, 1979; NAS, 1980; Nabhan, 1985; Harsh y Tewari, 1998).

2.2.4 Importación económica

El estado de Coahuila comprende 38 municipios, pero solo en siete de ellos se ha registrado aprovechamientos forestales de mezquite. A este respecto, los municipios de Cuatro Ciénegas y San Pedro son los más importantes, pues su producción presenta el 87% del total producido en el estado. Mientras que por otro lado el aprovechamiento de huizache se basa en la obtención de la esencia de las flores, aunque se sabe que tiene gran potencial maderable no se ha estudiado ampliamente, causa por la cual no se realizan aprovechamientos maderables considerables (Gómez *et al.*, 1970).

En Coahuila, la producción forestal anual correspondiente es de 1,525 m³, de los cuales 960 m³ son derivados de la obtención de productos de mezquite, huizache y otras especies; y respecto al valor económico presenta una percepción de 173,158 pesos de un total de 512,241, reportados en Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2007 (CONAFOR, 2007; INEGI, 2010).

De acuerdo con López (1986), Felker (1996) y Pasiiecznik *et al.* 2001), la madera de mezquite es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, puertas, ventanas, pisos, objetos decorativos, artesanías y excelente como leña y carbón; se considera como una de las maderas dimensionalmente más estables, con un coeficiente de contracción total de 4 a 5%, comparado con el 8 a 15% de otras maderas duras.

Otros beneficios de las poblaciones de mezquite es su aporte como fuente de forraje para el ganado doméstico y fauna silvestre; las flores son eventuales productoras de polen y néctar para la producción de miel y cera en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial, la cual puede sustituir a la goma arábica obtenida del género *Acacia*. (Felker, 1979; NAS, 1980; Nabhan, 1985; Harsh y Tewari, 1998

2.2.5 Aspectos del cultivo del mezquite

En algunos países como la India, el mezquite se ha convertido en un cultivo de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas. No obstante, en México es notoria la ausencia de plantaciones comerciales de la planta, aunque ya se han realizado diversos estudios acerca de la propagación inducida del mezquite y su manejo agronómico. A nivel incipiente, la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), han establecido centros experimentales en Nuevo León, Coahuila, Guanajuato y San Luis Potosí, en donde se realizan estudios ecológicos y se establecen viveros para la producción de plantas de mezquite (Villanueva *et al.*, 2000).

Otro estado que cuenta con diversos estudios sobre manejo y cultivo de *Prosopis* es Baja California Sur. Destacan los trabajos guía para la colecta y beneficio de semilla de mezquite; cuyo propósito es presentar una guía para establecer áreas para la producción de semilla de mezquite, así como las actividades y materiales necesarios para la colecta de frutos, su beneficio y obtención de la semilla para la producción de planta con fines de reforestación (Meza, 2009).

Otro trabajo altamente relevante es recomendaciones para establecer áreas semilleras de mezquite en Baja California Sur; cuya importancia reviste en contar con una guía para el establecimiento de unidades de producción de semilla de mezquite con el fin de apoyar las actividades inherentes a los procesos de reforestación (Meza, 2009).

De acuerdo con Ríos *et al.* (2010), se han utilizado diferentes técnicas para la extracción de semilla, limpieza y escarificación. En el año 2010 se produjeron 10000 plantas de mezquite para evaluar diferentes fechas de plantación y tecnologías para producción en vivero y reforestación en áreas degradadas. 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.

2.2.6 Tratamientos silvícola

La silvicultura implica manejar técnicas para producir y manejar un bosque o monte con una visión de sostenibilidad, entendida como la forma de garantizar un nivel de aprovechamiento racional y la permanencia de los recursos naturales a largo plazo (Osuna y Meza, 2003).

El punto de partida para la aplicación de técnicas silvícolas es la realización de un diagnóstico, valiéndose de la ubicación y delimitación de los rodales a intervenir. Para esto Osuna y Meza (2003) proponen el método de muestreo en cuadrante de punto central.

Pasiecznik *et al.* (2001) señalan que la protección o el trasplante de plántulas regeneradas naturalmente y la promoción de la regeneración natural pueden ser empleadas para establecer plántulas de *Prosopis juliflora* y *P. pallida*. La conservación selectiva y el trasplante ofrecen el potencial para el establecimiento de plántulas sin las necesidades y costos que involucra la producción de plantas en vivero.

Pasiecznik *et al.* (2001) indican que los rodales abiertos de *Prosopis juliflora* y *P. pallida* son encontrados sobre sitios pobres, plantados a densidades típicas de 400 y 625 árboles /ha (5 x 5 m o 4 x 4 m de espaciamiento, respectivamente). La meta es producir madera para combustible sobre una base de rotación de 5 a 10 años, con algunas parcelas cosechadas cada año para mantener una cosecha continua. La producción ganadera es un beneficio secundario. Los más amplios espaciamientos y menos frecuencia de cosecha de leña permiten un incremento en el crecimiento de especies forrajeras y un incremento en la producción de vainas.

Los sistemas de cosecha varían desde el corte total de los árboles (monte bajo) hasta la poda para dejar uno o pocos tallos erectos. Puede ser utilizada una mezcla de intervenciones de manejo forestal en el mismo rodal, dependiendo del tamaño de los árboles, forma y espaciamiento. Esto permite el desarrollo de algunos árboles rectos con copas amplias con el potencial para producir rendimientos valiosos de vainas. Estos pueden ser aclarados hasta formar rodales ampliamente espaciados (100-200 árboles/ha) con el principal objetivo de producción de vainas (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

Otro aspecto importante para el diagnóstico es la caracterización dasométrica de los individuos muestreados; tomando información de la altura, diámetro de la cobertura de la copa y el diámetro de los tallos; para la estimación del volumen se segmentan los tallos y ramas (Osuna y Meza, 2003).

2.2.7 Tratamientos Intermedios

Daniel *et al.* (1982) mencionan que un tratamiento intermedio es cualquier técnica aplicada a un rodal durante el lapso que transcurre entre dos períodos de regeneración. Los tratamientos intermedios se efectúan con el propósito de asegurar la composición, la calidad de los fustes, el espaciamiento y las características de crecimiento deseables dentro de un rodal en desarrollo y se pueden recuperar ciertos recursos económicos que de otra manera se perderían. Con los tratamientos de regeneración se produce la semilla necesaria, se modifica el medio en que van a germinar y se crean las condiciones de crecimiento adecuadas para la germinación y el establecimiento de las plántulas.

Smith *et al.* (1997) señalan que con los aclareos se reduce la competencia y se estimula el crecimiento en diámetro de los árboles y se puede hacer una depuración del rodal, eliminando árboles no deseables; de igual forma señalan que la poda artificial de árboles que han crecido en espacios abiertos es deseable, debido a que las ramas rotas o muertas pueden ser el medio para la infecciones por hongos. Así mismo, las podas se realizan para aumentar la calidad de la madera, cuando ésta se desarrolla libre de nudos.

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 0.59 cm en un año en condiciones naturales, comparado con el incremento testigo de 26 cm (Cornejo *et al.*, 1992).

Otras prácticas silvícolas que aplicadas en rodales naturales han dado buenos resultados en el incremento del volumen de madera, son la eliminación de la vegetación del dosel inferior de los rodales de mezquite combinada con la poda, fertilización con fósforo y aplicación de herbicidas para eliminar el rebrote de especies competidoras (Meza *et al.*, 2003).

2.3.1 Regeneración

La composición, calidad y la continuidad de una masa forestal dependen de su regeneración. La regeneración o reproducción forestal es un proceso en el cual la masa forestal existente se sustituye por una nueva. Para la renovación de las masas forestales, se han desarrollado métodos de regeneración. Los métodos de regeneración son procedimientos ordenados que incluyen la corta parcial o total de la masa forestal existente, y el establecimiento de una nueva.

Existen básicamente dos métodos de regeneración forestal: natural y artificial. En la regeneración natural el establecimiento de las plantas se efectúa sin la intervención directa del hombre. En este caso, el papel del hombre se limita a tomar medidas dirigidas a mejorar las condiciones para el establecimiento y el crecimiento de la planta (Hernández, 2001).

En la regeneración artificial, los renuevos y rodales son establecidos por el hombre. En este caso, éste elige el terreno, las especies forestales y el método de establecimiento. Los métodos utilizados para la regeneración artificial son la plantación y la siembra directa (Hernández, 2001).

En los métodos de regeneración natural, las masas forestales se pueden establecer mediante semillas (reproducción sexual), por retoños (reproducción asexual), o bien en forma combinada. En el primer caso se les conoce como métodos de beneficio o de reproducción por monte alto, en el segundo caso como métodos de beneficio o de reproducción por monte bajo, y cuando es en forma combinada, como métodos de beneficio o de reproducción por monte medio (Hernández, 2001).

En el primer caso las semillas pueden provenir de los árboles cortados en el mismo terreno, de árboles dejados en el terreno de manera exprofeso, o de los árboles de rodales cercanos. Sin embargo en todos los casos se requiere cortar en mayor o menor medida algunos árboles que permitan crear el espacio de crecimiento necesario para las nuevas plántulas.

Aunque parezca contradictorio, la “corta” constituye una de las principales herramientas de la que disponen los forestales para renovar y perpetuar las masas forestales. Por lo anterior, cuando los forestales hablan de métodos de regeneración natural, casi siempre se refieren a las cortas de regeneración.

Según Hernández (2001) la “corta” constituye una de las prácticas silvícolas de que dispone el forestal y que más se emplea para perpetuar y controlar las masas forestales. Lo anterior se debe a que mediante la corta de ciertos árboles, el forestal puede:

1. Regular el microclima del rodal.
2. Regular la competencia por agua, luz y nutrientes entre los árboles.
3. Controlar la densidad de las masas forestales y favorecer el crecimiento y desarrollo de un grupo de árboles selectos.
4. Controlar la productividad del sitio.
5. Controlar la composición de la masa forestal.
6. Alterar las condiciones ambientales para favorecer o propiciar el proceso de reproducción natural de la masa forestal.

De esta forma, cortar árboles es una forma de manejar los recursos forestales para lograr su conservación y no siempre significa su exterminación como normalmente lo piensa la mayoría de la gente (Hernández, 2001).

2.3.2 Tratamientos de regeneración

La regeneración de las masas forestales puede ser clasificada, en principio, como natural o artificial. Se propone, inicialmente, como definición de regeneración natural la siguiente: proceso por el que en un espacio dado se produce la aparición de nuevos pies de distintas especies forestales sin intervención de la acción directa o indirecta del hombre. Tras este planteamiento inicial, cabe preguntarse por las causas, o más bien por las situaciones o circunstancias, en que esta regeneración natural aparece.

Una propuesta en este sentido es que cuando se observa la regeneración natural, planteada en sentido amplio, puede ser conveniente informar si es como consecuencia de alguna de las siguientes situaciones (Serrada, 2003).

Regeneración natural en espacios sin variación anterior de la espesura de la masa preexistente. Se trata de un proceso por el cual, especies presentes o especies que no forman parte del vuelo de la masa inicial, incrementan su presencia tras una diseminación, germinación e instalación de nuevos brinzales. Este proceso podría ser denominado colonización. Es un proceso permanente en la naturaleza. Sobre montes más o menos degradados, o sobre terrenos agrícolas abandonados, se manifiesta muy frecuentemente al cesar los tratamientos anticulturales o el pastoreo. Se puede dinamizar con acciones como desbroces selectivos y prevención de incendios. Tiende a dar como resultado masas irregulares y mixtas.

Regeneración natural en espacios que han sufrido fuertes perturbaciones. Las más frecuentes en nuestros montes son los incendios, los vendavales, los aludes y la acción de plagas y enfermedades. En función de las especies afectadas, la fuente de semillas y la naturaleza de la perturbación, manifiesta diferentes velocidades y resultados. Se favorece con estrictos acotados al pastoreo. En el caso de incendios tienden a aparecer masas regulares. Este proceso podría ser denominado restauración

Regeneración natural en montes tratados por cortas de regeneración. Es el proceso consecuente con un determinado modo de tratamiento de las masas forestales que es ejecutado, precisamente, con la intención de renovar el vuelo. La composición específica y la estructura de la masa resultante pueden adoptar muy diferentes formas según el sistema selvícola aplicado. Es lo que en Selvicultura se denomina, en sentido estricto, regeneración natural (Serrada, 2003).

Los procesos en numerados participan de mecanismos, factores y condicionantes comunes, su estudio en todo caso es de gran interés en la Selvicultura, pero puede resultar trascendente, para fijar el procedimiento de estudio y para elaborar las conclusiones del mismo, concretar si el caso es una colonización, una restauración o una regeneración como consecuencia de cortas (Serrada, 2003).

De acuerdo con el principio de persistencia de la masa enunciado en la definición de Selvicultura, la regeneración de la masa forestal una vez alcanzada su madurez, y como consecuencia de las cortas de regeneración, es la operación más importante de la actividad silvícola. Respecto de ella se diseñan y organizan los tratamientos (Serrada, 2003).

* Regeneración natural en monte alto o por semillas.

* Regeneración natural en monte bajo o por brotes.

2.3.3 Monte alto

Teniendo en cuenta que el método de beneficio de monte alto es el único posible en las especies que no tienen capacidad de brotar.

El método para propagar el mezquite, comúnmente y por lo regular de manera natural, es a través de semilla botánica, que pasó por el tracto digestivo de algún animal doméstico o silvestre que consumió las vainas, sin embargo la latencia que presenta esta semilla obstaculiza una rápida germinación. Entre los factores que impiden su germinación se encuentra el endocarpio del fruto, el que se considera una barrera natural que le imprime un estado de latencia natural que evita su germinación hasta por varios años (García *et al.*, 2000).

En la zona del Altiplano, se estima que la producción anual de vaina varía de 4 a 50 kg/árbol y de 200 a 2,200 kg/ha, en densidades de 25 a 445 árboles/ha. Además se considera que solamente el 15% de los árboles producen cantidades apreciables de vainas, por lo que bajo ciertas técnicas (selección genética y plantación de individuos superiores, propagación clonal, aclareos y manejo del rodal) se pudieran incrementar enormemente la cantidad de vaina por hectárea (Maldonado y De la Garza, 2000).

En algunas prácticas es conveniente combinar el método de selección con el monte alto dejando árboles productores de semilla para promover la regeneración natural y con el método de monte bajo en el que la regeneración del arbolado sea mediante el rebrote de sus individuos (Daniel *et al.*, 1982); por lo que la poda de hasta un 50% en la cobertura de las plantas o en el número de tallos sería una práctica que sustituya el corte total de los árboles vivos y con ello, estimular el crecimiento y producción de los individuos y su conservación.

2.3.4 Monte bajo

El término monte bajo significa que la regeneración se ha derivado a partir de rebrotes provenientes de yemas latentes o adventicias de las cepas de los árboles. Este sistema silvicultural, está basado en la posibilidad que tienen preferentemente especies latifoliadas y algunas coníferas, de regenerarse vegetativamente a partir de rebrotes provenientes de cepa o de raíz. Aunque la mayoría de las latifoliadas pueden retoñar, solo unas pocas presentan la capacidad de hacerlo en forma repetida durante varias rotaciones (Daniel *et al.*, 1982; Vita, 1996).

Los rebrotes de cepa crecen más rápidamente que las plántulas provenientes de semillas, debido a que la cepa cuenta con el aparato radicular del árbol cortado, y el estímulo de ciertas sustancias hormonales (Daniel *et al.*, 1982). Así, existe una menor razón entre la parte aérea y la subterránea, por lo cual el rebrote dispone de más agua y nutrientes para el desarrollo de su menor porción aérea.

El método de regeneración por monte bajo coetáneo, consiste en la remoción del arbolado que ha llegado al final del turno y en una sola corta y regeneración natural vegetativa a partir de brotes (Serrada., 2008).

En éste método de monte bajo, se aprovecha la capacidad de retoño de algunas especies forestales como la teca, el eucalipto y el sauce. Sin embargo es importante considerar que varias especies no poseen dicha característica (Serrada., 2008).

En éste método, los árboles son cortados cíclicamente cuando llegan al turno, regenerándose mediante el cuidado de los retoños. Debido a que la facultad de retoñar disminuye con la edad de los árboles, por lo tanto se mantiene una rotación corta, de 1 a 10 años (Serrada., 2008).

El retoño es más vigoroso cuando la corta se efectúa en el periodo de dormancia. Los productos que se obtienen son leña, varas, postes y aros para canastas (Serrada., 2008).

De acuerdo con Smith *et al.* (1997) un “monte bajo” es un bosque que se origina por rebrotes naturales o ramas bajas que están en contacto con el suelo, en contraste con un “monte alto”, el cual se desarrolla por semillas o plantación. El término “tallar” (coppice) denota un rodal que se formó primariamente de rebrotes. En el método de “tallar simple” (monte bajo simple), todos los árboles que están en el rodal son cortados al final de cada período de rotación (turno) y un rodal de edad uniforme perfecta, rebrota casi inmediatamente.

2.3.5 Ventajas del monte bajo:

1. Regeneración segura e inmediata.
2. Aplicación de turnos cortos con bajo costo en la gestión.
3. Productos maderables de gran homogeneidad y con fácil mecanización de las operaciones de extracción.
- 4.- Cuando los productos maderables que produce mantienen buenas aplicaciones industriales trituración, celulosa, energética, la rentabilidad es mayor que en monte alto. (Serrada., 2008).

2.3.6 Desventajas del monte bajo:

1. Degradación y envejecimiento de las cepas tras varios recepes, lo que obliga periódicamente a regenerar por brinzales.
2. Escasa diversidad genética en las masas, con un consecuente mayor riesgo de daños bióticos.
3. Pérdida aparente de la calidad de la estación por una reducida traslación de las cepas.
4. Muchos de los montes bajos españoles tradicionalmente destinados a producción preferente energética han perdido interés económico en la actualidad (Serrada., 2008).

2.3.7 Trabajos afines

Cañellas *et al.* (2004) señalan los principales resultados obtenidos de un ensayo que consistió en: la cual Efecto de las claras sobre el crecimiento la especie: *Quercus pyrenaica* mostró una respuesta positiva al crecimiento después de los tratamientos de claras aplicados. Esta respuesta es mayor al aumentar la intensidad de la clara. Resultados similares se han encontrado en otros trabajos con especies de *Quercus* mediterráneos (Ducrey y Toth, 1992; Mayor y Roda, 1993; Cañellas *et al.*, 1994).

De acuerdo con Bosque (2004), los resultados de vigorosidad de los retoños de las distintas especies de *Eucalyptus sp.* asociadas en una plantación mixta de 8 años en un período de 4 años; fueron comparadas tres especies a través del tratamiento de un retoño por tocón. Se evaluaron individualmente *E. globulus*, *E. viminalis* y *E. regnans*, *E. globulus* y *E. viminalis* como las especies de rebrote más vigoroso; en cambio, *E. regnans* muestra un desarrollo mucho más débil. *E. globulus* es la especie de mayor vigor en crecimiento en altura. Muestran similar tendencia en el diámetro (DAP), observándose el mayor vigor en *E. globulus*, seguido de cerca por *E. viminalis*.

Camerati (1969) estudió la brotación de tocones de *Eucalyptus globulus* según el efecto del tipo de herramienta y del diámetro del árbol cortado. Los resultados indican que el corte con herramientas dentadas deja la superficie de corte pareja y la corteza firmemente adherida al tocón. Esto permite clasificar mejor el tipo de brote que se origina para después en la faena de raleo dirigir la corta y favorecer a los brotes epicórmicos, los que son más vigorosos y mejor adheridos. El autor señala además que en masas coetáneas, el diámetro del tocón no es indicador del número de brotes, por lo que deduce que no deberían dejarse árboles en pie cuando se hace una corta única esperando que alcancen un diámetro mayor para obtener más rebrotes.

Longhurst (1956). Evaluó el efecto de la época de intervención sobre el número de rebrotes de cuatro especies del género *Quercus* en California. Los ejemplares fueron estratificados sobre la base del diámetro fusta, en cuatro clases diamétricas. Los resultados indicaron que en los robles caducifolios, la producción de rebrotes tendía a declinar con el aumento del tamaño del tocón lo que no ocurrió con la especie siempre verde. Esta última, además, resultó poco sensible a la época de intervención.

Ducrey *et al.* (1992), analizaron la dinámica de la emergencia y el crecimiento de retoños de tocón en tallar o monte bajo de *Quercus ilex* de diferentes edades sometidos a clareos y raleos de intensidad variable, esto en Francia. Luego de cuatro años se determinó que la brotación fue más abundante y de mayor desarrollo en talleres jóvenes. Lo mismo ocurrió en relación a la intensidad de las intervenciones. Cuando estas fueron suaves, no existió respuesta de rebrote en el primer año.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Características físicas y biológicas

3.1.2 Hidrografía

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrográfica “RH24-Bravo Conchos”, cuenca hidrográfica “RH24F, R. Bravo - Piedras Negras” y en la subcuenca “RH24Fb” la cual corresponde al R. Bravo-R. San Rodrigo.

Al sureste hace una entrada el río La Babia, proveniente del noreste de Múzquiz. Al sureste del municipio corre el río San Antonio, el cual fluye desde el este hasta el sur de Piedras Negras.

Surge del centro el río San Rodrigo, que se desplaza al noreste para entrar por el sur de Jiménez y posteriormente entra por el oeste a Piedras Negras (INEGI, 2010).

3.1.3 Clima

En la región predominan los climas secos, semicálidos, extremosos, con invierno fresco, lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal superior al 10%.

Los climas dominantes son:

BSo (h) (x'). Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18° C; lluvias de verano y la precipitación invernal es mayor al 18% anual.

BSoh (x'). Árido, semicálido, temperatura entre 18 ° C y 22° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; lluvias de verano y la precipitación invernal es mayor del 5% al 10.2% anual.

BS1hw. Semiárido, templado, temperatura media anual mayor de 18° C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22° C; con lluvias en verano y en invierno del 5% al 10.2 % anual (CONABIO, 2008).

En el centro del municipio y en las partes este y oeste ocurren precipitaciones del rango de los 400 a 500 milímetros anuales, con régimen de lluvias en los meses de abril a noviembre y escasas el resto del año. (CONABIO, 2008).

Las heladas ocurren desde finales de otoño hasta principios de primavera con un periodo libre de heladas de cinco meses que va desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre. (CONABIO, 2008).

3.1.4 Fauna

La fauna la constituyen diversos mamíferos, tales como murciélago (*Antrozous pallidus*), topo (*Scapanus spp*), oso (*Ursus americanus*), gato montés (*Lynxrufus*), coyote (*Canis latrans*), zorra (*Vulpes velox*), tejón (*Nasua nelsoni*), ardilla (*Ammospermophilu ssp*), liebre (*Lepus californicus*), ratón (*Chaetodipus spp*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), venado (*Odocoileus spp*), y aves como calandria (*Mimus saturninus*), colibrí (*Cynanthus latirostris*), garza (*Bubulcus ibis*) y pato (*Anas fulvigula*) (Arita et al., 2004).

3.1.5 Vegetación

Entre la flora se encuentra el Mezquite (*Prosopis glandulosa*), encino (*Quercus* spp.), huizache (*Acacia farnesiana*), nopal (*Opuntia* spp), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), palo blanco (*Celtis laevigata*), gobernadora (*Larrea tridentata*), ruda (*Ruta graveolens*), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), hierba de golondrina (*Geranium robertianum*) (Nomenclatura Botánica, S/A).

3.1.6 Suelo

En el área de estudio se encuentran presentes cuatro tipos de suelos, los cuales son:

Xerosol. Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión (Rzedowski, 1988).

Rendzina. Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza y algún material rico en cal, es arcilloso y su susceptibilidad a la erosión es moderada (Rzedowski, 1988).

Litosol. Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variables según el material que lo forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta (Rzedowski, 1988).

Yermosol. Tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en materia orgánica, el subsuelo puede ser rico en arcilla y carbonatos. La susceptibilidad a la erosión es baja, salvo en pendientes y en terrenos con características irregulares (Rzedowski, 1988).

3.1.7 Hábitat

El Mezquite prospera en lugares áridos y semiáridos, en forma aislada entremezclada con plantíos o cultivos anuales como el maíz y alfalfa; en las laderas o terrenos aluviales con vegetación muy alterada. El suelo donde más se adapta es en valles con suelos arenosos profundos de buen drenaje, con alto contenido de sales, también se desarrolla en suelos arcillosos. (Arita *et al.*, 2004).

3.2.1 Metodología

3.2.2 Tratamientos evaluados

Para llevar a cabo los tratamientos de regeneración asexual por monte bajo, se utilizaron motosierras para realizar el corte transversal en cada uno de los árboles en los cuales se les aplicó los tratamientos de regeneración asexual por rebrotes en las parcelas establecidas en campo. Los tratamientos se aplicaron en el mes de julio del año 2012 los cuales fueron los siguientes:

T1. Corte total del árbol progenitor, obteniendo regeneración asexual por rebrotes de tocón de 30 cm.

T2. Corte total árbol progenitor obteniendo regeneración asexual por rebrotes de tocón de 60 cm.

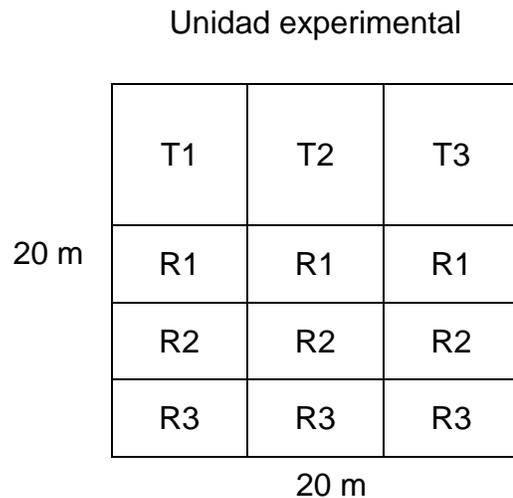
T3. Corte total del árbol progenitor obteniendo regeneración asexual por rebrotes de tocón de 90 cm.

3.2.3 Variables evaluadas

- 1). Número de rebrotes por tocón.
- 2). Longitud de los rebrotes.
- 3). Altura total de los rebrotes.
- 4). Diámetro basal del tocón.

3.2.4 Diseño experimental

Para la evaluación de los tratamientos de regeneración vegetativa o asexual se utilizó un diseño completamente al azar; con arreglo. El número de tratamientos fue igual a 3 y cada tratamiento tendrá 3 repeticiones, para un total de 9 unidades experimentales. La unidad experimental consistió en una parcela cuadrada de 20 x 20 m, con número variable de árboles en cada una, pero se utilizaron para las evaluaciones 5 árboles que se ubicaron en cada una de las parcelas, por lo que el número total de árboles fueron seleccionados por el diámetro mayor de 10 cm, los evaluados fueron 45.



3.2.5 Modelo Estadístico al azar

El modelo que se emplea es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sigma_{ij}$$

Donde = Y_{ij} = Parámetro observado en las diferentes variables observadas.

$i = 1, 2, 3, \dots$ + (Número de tratamientos).

$j = 1, 2, 3, \dots$ + (Número de repeticiones).

μ = El efecto de la media de la población.

τ_{ij} = El efecto del i – ésimo tratamiento.

σ_{ij} = El error del efecto de la j – ésima unidad experimental sujeta al i – ésimo tratamiento.

3.2.6 Toma de datos de campo

Se realizaron cuatro evaluaciones de campo en diferentes fechas. La primera y segunda evaluación se realizó en septiembre y noviembre del año 2012. Posteriormente se realizaron la tercera y cuarta evaluación en los meses de julio y octubre del año 2013, las variables a considerar fueron: Tratamiento, repetición, número de rebrotes, longitud del rebrote, diámetro de copa, altura total del rebrote y diámetro basal del tocón.

Por otro lado en la cuarta evaluación ya no se tomó en cuenta la variable número de rebrotes. Porque Se realizó una poda en la tercera evaluación con el propósito de dejar a los rebrotes más vigorosos y dominantes con el fin de que la competencia por los nutrientes sea menos, para que los rebrotes dominantes obtengan un mejor crecimiento a lo largo de los años, los cuales se encontraron en los tocones.

3.2.7 Procesamiento de la información de campo

La información de campo obtenida fue capturada en Excel con la finalidad de facilitar el manejo de la información, esta actividad se realizó para las 9 unidades experimentales que se establecieron en campo.

Los datos obtenidos por los diferentes tratamientos de 30 cm, 60 cm, y 90 cm del tocón con las repeticiones las variables, a medir fueron: número de rebrotes, longitud, altura total, diámetro de copa, se ordenaron para realizar el proceso de los datos para realizar el análisis estadístico, para lo cual se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0, en el cual se incluyeron las diferentes variables para efectuar el análisis de varianza. Con el diseño experimental completamente al azar con un nivel de confianza de $P=95\%$ y la prueba de comparación de medias de Tukey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Primera evaluación

Los resultados obtenidos en el presente trabajo que se obtuvieron a lo largo de las evaluaciones de los rebrotes en los 45 tocones de las 9 parcelas establecidas se muestran a continuación.

Número de rebrotes

El análisis para las medias en la prueba de Tukey se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$ para los tratamientos de número de rebrotes, mostró que no existen diferencias estadísticas significativas en el número de rebrotes en los tocones de mezquite. El tratamiento 3 (tocón de 90 cm) presentó el mayor número de rebrotes de 19.47. Le siguió en orden de importancia el tratamiento 2 (tocón de 60 cm) con 12.60 rebrotes y el tratamiento que presentó el menor valor fue el tratamiento 1 (tocón de 30 cm) con 6.27 el resultado que se observa es que los tres tratamientos son iguales estadísticamente. El tratamiento que aumento en la regeneración asexual por rebrote, fue el de 90 cm con mayor número de rebrotes, con 13.27 rebrotes en comparación al tratamiento 1 que obtuvo menor número de rebrotes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable número de rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|--------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 19.47 | A |
| 2 | 3 | 12.60 | A |
| 1 | 3 | 6.27 | A |

El análisis de las medias en la prueba de Tukey se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$. La variable longitud de rebrotes, no presentó diferencias estadísticas significativas. Esto nos representa que los tres tratamientos son iguales estadísticamente. El Tratamiento 2 (tocón de 60 cm) es el que mostró mayor longitud en los rebrotes con una longitud de 22.40 cm, sin tomar en cuenta la altura del tocón, seguido por el tratamiento 3 (tocón de 90 cm) con una longitud de 17.53 cm y con menor longitud de rebrotes se ubicó el tratamiento 1 (tocón de 30 cm) con una longitud de 11.07 cm, y con una diferencia de 11.33 cm de longitud en la comparación de las medias de los tratamiento 3 y 2 para la longitud en los rebrotes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|--------------|----------------------------|
| 2 | 3 | 22.40 | A |
| 3 | 3 | 17.53 | A |
| 1 | 3 | 11.07 | A |

También se observó que entre las dos variables que se analizaron por medio de la prueba de la comparación de las medias se obtuvieron diferentes respuestas en las medias; por un lado el Tratamiento 3 de (tocón de 90 cm) desataca para el número de rebrotes en los tocones con un número de 19.47 y en la comparación de las medias para la longitud de los rebrotes el tratamiento 2 (tocón de 60 cm) fue el que obtuvo mayor longitud con 22.40 cm.

4.2 Segunda evaluación

Número de rebrotes

El análisis de la prueba de Tukey para las medias se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$ mostró que no existe diferencias estadísticas significativas, en la variable número de rebrotes siendo el Tratamiento 3 el que obtuvo mayor número de rebrotes con 37.53, seguido por el Tratamientos 2 con 26.20 y el de menor número fue el Tratamiento 1 con 20.67 de rebrotes, en la

comparación entre Tratamiento 3 y el Tratamiento 1 hay una diferencias de un 16.86 en el numero de rebrotes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable números de rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|--------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 37.53 | A |
| 2 | 3 | 26.20 | A |
| 1 | 3 | 20.67 | A |

Longitud de de los rebrotes (sin incluir la altura del tocón)

En la segunda evaluación no se encontró diferencias estadísticas significativas los datos de la longitud de los rebrotes señalaron que el Tratamiento 1 (tocón de 30 cm) fue el que obtuvo mayor longitud con 57.67 cm; después le sigue el Tratamiento 3 (tocón de 90 cm) con una longitud de 52.67 cm y el de menor longitud en los rebrotes fue el Tratamiento 2 (tocón de 60 cm), con una longitud de 42.67 cm, con una diferencia de 15 cm en comparación con el Tratamiento 1. Por otro lado se observó que el Tratamiento 1 tiene también mayor longitud que el Tratamiento 2 de la primera evaluación esta variable, haciendo una comparación de los Tratamiento 2 y 1 existió una diferencia de 35.27 cm, con mayor longitud en los rebrotes en el Tratamiento 1 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|--------------|----------------------------|
| 1 | 3 | 57.67 | A |
| 3 | 3 | 52.67 | A |
| 2 | 3 | 42.67 | A |

4.3 Tercera evaluación

Número de rebrotes

En los datos de la prueba de las medias de Tukey que se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$ para la variable número de rebrotes, mostró diferencias estadísticas altamente significativas la cual fue de $Pr > F=0.0005$ el Tratamiento 3 (tocón de 90 cm) fue el mejor tratamiento para la variable número de rebrotes, con 30.27 seguido por el Tratamiento 2 (tocón de 60 cm) que presento 16.27 rebrotes y por último el Tratamiento 1 (tocón de 30 cm) fue el peor tratamiento para el número de rebrotes con 12.53 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable número de rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|--------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 30.27 | A |
| 2 | 3 | 16.27 | B |
| 1 | 3 | 12.53 | B |

Longitud de los rebrotes (sin incluir la altura del tocón)

En el análisis de la prueba de comparación de las medias de los tratamientos para la variable de longitud de rebrotes no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Esto representa que los tres tratamientos son estadísticamente iguales, el Tratamiento 1 (tocón de 30 cm) presentó una longitud de 118.80 cm; después le siguió el Tratamiento 3 (tocón de 90 cm) con una longitud de 116.13 cm y el de menor longitud en estos datos es el fue 2 de 60 cm con una longitud de 104.67 cm en los rebrotes. Y en la comparación con el Tratamiento 1 y el Tratamiento 2 mostró una diferencia de longitud de 14.13 cm en los rebrotes de los tocones (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 1 | 3 | 118.80 | A |
| 3 | 3 | 116.13 | A |
| 2 | 3 | 104.67 | A |

Altura total de los rebrotes

En el análisis de la prueba Tukey se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$ para la variable altura total de los rebrotes. Presentó diferencias estadísticas significativas de $Pr > F = 0.0190$ acuerdo a la agrupación Tukey el mejor Tratamiento es el 3 con una altura de 192.33 cm; en segundo lugar se encuentra el Tratamiento 2 con una altura de 150.67 cm y con la menor altura se mostró el Tratamiento 1 que se presenta con una altura de 143.80 cm. En la comparación del tratamiento 3 con el tratamiento 1 hay una diferencias de 48.53 cm de altura total de los rebrotes (Cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable altura total de los rebrotes (tomando en cuenta la altura del tocón).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 1 | 3 | 192.33 | A |
| 3 | 3 | 150.67 | B |
| 2 | 3 | 143.80 | B |

Diámetro de copa

En los datos del análisis de la prueba de las medias de Tukey la cual se realizó con un nivel de confianza de $P=95\%$ para la variable diámetro de copa para los rebrotes no se encontraron diferencias estadísticas significativas. El Tratamiento 3 (tocón de 90 cm) resultó con el mayor diámetro de copa con 176.53 cm; en seguida se ubicó el Tratamiento 1 (tocón de 30 cm) con un diámetro de copa de 160.70 cm y finalmente el Tratamiento 2 (tocón de 60 cm) es el que tiene menos valor con un diámetro de copa de 143.47 cm. Haciendo una comparación del diámetro de copa de los Tratamientos 3 y 1 hay una diferencia de 33.06 cm (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable diámetro de copa de los rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 176.53 | A |
| 1 | 3 | 160.70 | A |
| 2 | 3 | 143.47 | A |

4.4 Cuarta evaluación

Longitud de los rebrotes (sin tomar en cuenta la altura del tocón)

En el análisis de la prueba de comparación de las medias de Tukey que se realizó con un nivel de confianza $P=95\%$ se observó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El Tratamiento 1 (tocón de 30 cm) es el que mostró mayor longitud en los rebrotes, con una longitud de 124.47 cm, y el Tratamiento 2 (tocón de 60 cm) tiene una longitud de 121.93 cm; y con la menor longitud es el Tratamiento 3 (tocón de 90 cm) que presenta un de 121.73 cm como puede observarse, la altura del tocón en los rangos evaluados (30 a 90 cm) no tiene ningún efecto sobre la longitud del rebrote, ya que la diferencia es mínima en la comparación de las medias (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba de Comparación de las medias de Tukey para la variable longitud de rebrote.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 1 | 3 | 124.47 | A |
| 2 | 3 | 121.93 | A |
| 3 | 3 | 121.73 | A |

Altura total de los rebrotes

En la variable de altura total de rebrotes no presentó diferencias estadísticas significativas, con un nivel de confianza del P=95% de acuerdo al análisis de la prueba para las medias de Tukey. El Tratamiento que presentó la mayor altura total fue el Tratamiento 3 con una altura de 192.33 cm; después destaca el Tratamiento 2 con una altura de 160.67 cm y con la menor altura se encuentra el Tratamiento 1 con una altura de 143.27 cm. En la comparación entre el Tratamiento 3 y el Tratamiento 1 hay una diferencia de 49.06 cm en la altura total de rebrotes. Esto representa que estadísticamente los tratamientos son iguales ya que no se presentan diferencias estadísticas en la variable altura total (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba de comparación de las medias de Tukey para la variable altura total de los rebrotes (tomando en cuenta la altura del tocón).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 192.33 | A |
| 2 | 3 | 160.67 | A |
| 1 | 3 | 143.27 | A |

Diámetro de copa

En el análisis de la prueba de Tukey para la comparación de las medias para la variable diámetro de copa de los rebrotes no presento diferencias estadísticas significativas se realizó con un nivel de confianza $P=95\%$. El Tratamiento 3 es el que obtuvo mayor diámetro de copa con 150.07 cm, seguido por el Tratamiento 2 con un diámetro de copa de 126.47 cm y por último se presenta Tratamiento 1 con un diámetro de copa de 109.33 cm. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable diámetro de copa de los rebrotes.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación de Tukey |
|--------------------|----------|---------------|----------------------------|
| 3 | 3 | 150.07 | A |
| 2 | 3 | 126.47 | A |
| 1 | 3 | 109.33 | A |

Tendencia en número de rebrotes.

En la Figura 3 se observa la tendencia de los tratamientos de regeneración asexual por rebrote, de acuerdo a la respuesta en cada una de las evaluaciones. El Tratamiento 3 es el que obtuvo mayor número de rebrotes pero en la segunda evaluación es cuando los tres tratamientos aumentan más en el número de rebrotes y en la tercera disminuye el número de rebrotes en todos los tocones. La respuesta que representan estos datos es que entre mayor sea la altura del tocón más números de rebrotes se obtiene. Y la mejor evaluación es la segunda en la cual la tendencia de los rebrotes aumento en su máximo número de rebrote.

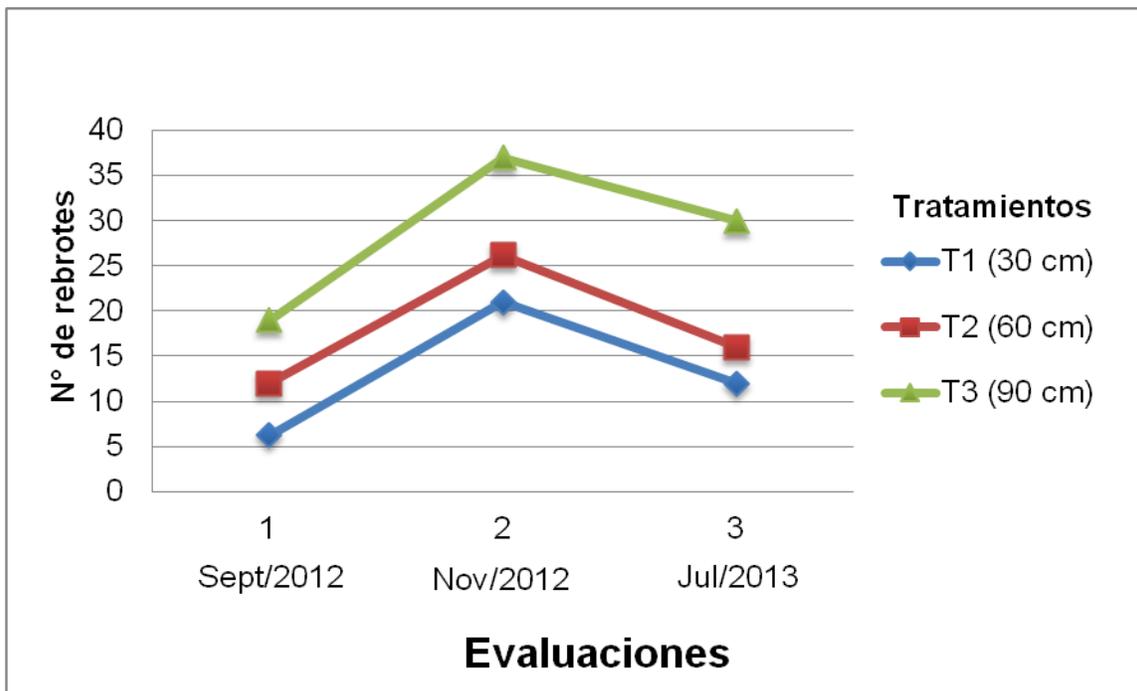


Figura 3. Tendencia del número de rebrotes en los tratamientos de regeneración asexual por rebrote.

Tendencias en la longitud del rebrote

En la Figura 4 se presentan las tendencias de la variable longitud de rebrote en las cuatro evaluaciones. Se muestra que el Tratamiento 3 es el que se mantuvo en los mismos valores a excepción de la segunda evaluación en que disminuye un poco. Los otros dos tratamientos como se mantuvieron con valores uniformes hasta esta la tercera evaluación, aunque en la segunda evaluación, el Tratamiento 1 aumentó ligeramente y el Tratamiento 2 disminuye. En la cuarta evaluación ambos tratamientos 1 y 2 aumentan de una manera rápida en la longitud en los rebrotes. La tendencia observada en los valores de la longitud de rebrotes indicaron que, independientemente de la altura del tocón, todos los rebrotes alcanzaron una misma altura al segundo año.



Figura 4. Comparación de la longitud de los rebrotes en los tratamientos de generación asexual por rebrote.

Número de rebrotes por categoría diamétrica

En la Figura 5 evaluación a los rebrotes por categoría diamétrica basal de los tocones , se agruparon por categorías diamétrica, con el propósito de saber el número total de rebrotes en cada diámetro de los tocones y resultó que con mayor rebrotes se encuentra la categoría diamétrica de 15 cm, seguida por la categoría diamétrica 10 cm; en comparación de las demás categorías a la inversa entre mayor es el diámetro menor es el número de rebrotes y entre menor es el diámetro mayor es el número de rebrotes en los tocones de *Prosopis glandulosa* Torr.

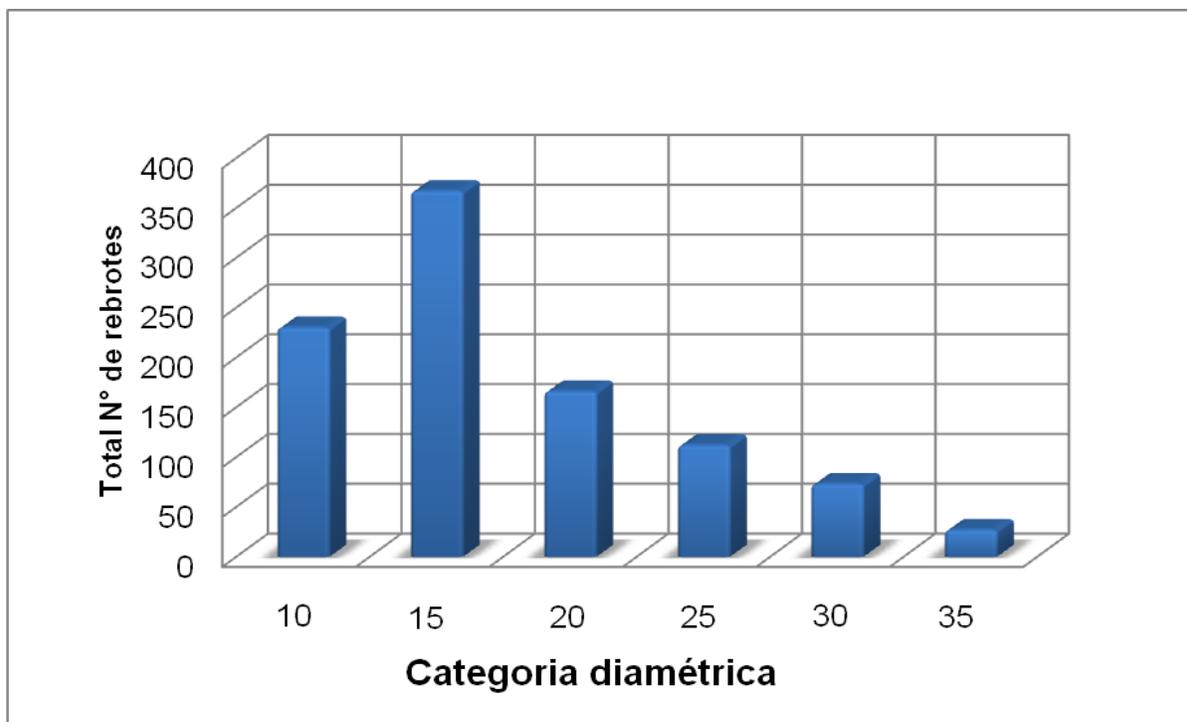


Figura 5. Grafica para el total de los rebrotes en las agrupaciones de las categorías diamétricas en los tocones.

Haciendo un análisis comparativo con el trabajo realizado por Longhurst (1956) en California, en el cual evaluó el efecto de la época de intervención sobre el número de rebrotes de cuatro especies del género *Quercus*, se encontró que es similar a los resultados obtenidos en la regeneración asexual por rebrotes en mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr). Los rebrotes de tocones cortados a 90 cm obtuvieron mayores números de rebrotes que en los demás cortes a nivel del suelo. Por otro lado los diámetros más pequeños resultaron con mayor número de rebrotes. Según Longhurst (1956) estos resultados se deben a las condiciones ambientales. Generalmente la brotación es mayor para las especies de hoja perenne que para los robles de hoja caduca, y es mayor en los tocones de diámetro pequeño, y en los árboles que crecen en ambientes húmedos con más luz.

V. CONCLUSIONES

En las diferentes evaluaciones se observó el comportamiento de los rebrotes según se presentaron en cada uno de los tratamientos son estadísticamente iguales porque no se presentaron diferencias estadísticas significativas en excepción de la tercera evaluación de que si encontraron diferencias en las variables número de rebrote y altura de los rebrotes. El que mayor número de rebrotes presentó es el tratamiento 3 (tocón de 90 cm) y el menos fue el Tratamiento 1 (tocón de 30 cm).

Se apreció que en la longitud de los rebrotes con mayor valor de longitud es el Tratamiento 3 pero en los otros dos tratamientos el 1 y 2 a partir de la tercera evaluación estos dos aumentaron en una forma rápida en longitud en los rebrotes. Esta respuesta es favorable por la poda realizada en la tercera evaluación, por lo que en la cuarta evaluación se registra los datos del aumento en la longitud de los rebrotes.

En las categorías diamétricas por rebrote con mayor número de rebrotes es la categoría diamétrica de 15 cm. Esto permite concluir que entre menor es el diámetro mayor es el números de rebrotes que se obtiene en los tocones con el método de monte bajo.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna al encontrar diferencias estadísticas significativas en las variables número de rebrotes y la altura total de los rebrotes en los tratamientos de regeneración asexual por rebrote.

VI. LITERATURA CITADA

- Arita H., T. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto Q068. México. D.F.
- Archer, S. and F.E. Smeins. 1991. Ecosystem-Level Processes. In: Heitschmidt, K.R. and J.W. Stuth. (eds.). Grazing management. An ecological perspective. Timber Press. USA. P. 109-139.
- Bosque 2004. Monte Bajo, opción para tres especies de Eucaliptos en segunda rotación, un caso en la provincia de Osorno en Chile 25(3): 57-62.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosipis* (Leguminosae subfam. Mimosoidea). *Journ Arnold Arbor.* 57:217-249; 450-480.
- Daniel, T.W., Helm, J. A y Baker, F. S. (1982). Principios de Silvicultura. 2a edición. McGraw-Hill. México. 491 pp.
- Daniel, P.; HELMS, U. y BAKER, F. 1982. Principios de silvicultura. Mc Graw-Hill. México. 492p.
- Davila, A.H. 1982. La distribución del mezquite en México. In: Segunda reunión Sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto. Memorias 28 – 30 de julio. SARH. Gómez Palacio, Dgo.
- Ducrey M., Toth J. 1992. Effect of clearing and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (*Quercus ilex* L.). *Vegetatio.*

- Ducrey, M. Y Boisserie, M. 1992. RecriJ. Naturel dans les taillis de chene vert (*Quercus ilex* L.) a la suite d'exploitations partielles. Ann. Sci. For. 49(2):365- 376.
- Cates, G. y Rhoades, F. 1977. Prosopis leaves as a resource for insects. En: B.B. Simpson (Ed.) Mesquite: Its biology in two deserts ecosystem. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania. p. 150-176.
- Cruz R., J.A.; E. García-Moya; J.T. Frías H.; G. Montesinos H. y J.L. Flores F. 1995. Evaluación de las condiciones micro climáticas, edáficas y de vegetación bajo el dosel de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johns. En: Ayaka O., M.J.; J. Gutiérrez C.; J.G. Medina T. y L. Pérez R. (comps.). Resúmenes. XI Congreso nacional sobre manejo de pastizales. Sociedad de manejo de pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. p. 6.
- Cameratti, G. 1969. Estudio de la brotación de tocones de *Eucalyptus globulus* Lab. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 33p.
- Cañellas I., Río M., Roig S., Montero G. 2004. Growth response to thinning in *Quercus pyrenaica* Willd. Coppice stands in Spanish central mountain. Ann. For. Science, 61:243-250. — DUCREY M., TOTH J. 1992. Effect of clearing and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (*Quercus ilex* L.). Vegetatio: 365- 376.
- CONAZA e INE. 1994. Mezquite (*Prosopis spp*). Cultivo alternativo de las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Comisión Nacional de Zonas Áridas. Instituto Nacional de Ecología. Primera Edición. México.

- CONAZA E INE. 2000. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo Alternativo Para las Zonas Áridas y Semiáridas de México.
- Comisión Nacional Forestal. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cervantes Ramírez, M. C. 2002. Plantas de importancia económica en las zonas Áridas y semiáridas de México.
- 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.
- Fagg, W.C. and J.L. Stewart. 1994. The value of Acacia and Prosopis in arid and semi.arid environments. *J. of Arid Environments*. 27: 3-25.
- Felker, P. 1979. Mesquite. Ana ll-purpose leguminous arid land tree. In: G.A. Ritchie (ed.). *New agricultural crops*. AAAS. Selected Simposium No. 38. P 89-132.
- Felker P. and P.R. Clark. 1981. Rooting of mesquite (*Prosopis*) cuttings. *J. of Range Manage.* 34(6): 466-468.
- Felker, P., P.R. Clark, Ph. Nash, J.F. Osborn and G.H. Cannell. 1982. Screening *Prosopis* (mesquite) for cold tolerance. *Forest Science* 28(3): 556-562.

García-Aguilera E., O. A. Martínez-Jaime, S. Torres y J. T. Frías-Hernández (2000). Escarificación Biológica del Mezquite (*Prosopis laevis*) con diferentes especies de ganado doméstico. En: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon- Carter (Eds.). El Mezquite Árbol de Usos Múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. pp. 117-123.

Gómez, L. F. 1970. Mezquites y Huizachez. Algunos aspectos de la Economía, Ecología y Taxonomía de los Géneros *Prosopis* y *Acacia* en México. I M R N R. México. Pp 3-48.

Gómez, L. 1970. Importancia económica de los mezquites *Prosopis* pp. En algunos estados de la República Mexicana. México.

Harsh, N.L. and J.C. Tewari. 1998. *Prosopis* in the arid regions of India: Some important aspects of research and development. In: Tewari, J.C.; N.M. Pasiecznik; L.N. Hars and P.J.C. Harris (eds). *Prosopis* species in the arid and semi-arid zones of India. HDRA and The *Prosopis* Society of India. p. 5- 10.

Hastings, J.R., Turner R.M. and Warren D.K. 1972. An atlas of some plant distributions in the Sonoran Desert. University of Arizona. Technical Reportson the Meteorology and climatology of arid regions. 21. Tucson, Az.USA.255 p.

Hernández, R. 2001. Silvicultura y manejo integral de los recursos forestales (Notas preliminares. Segundo borrador).

INEGI. 2010. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Disponible online http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

INIREB. 1982. El mezquite. Comunicado No. 6. México, D.F. y Xalapa, Ver.

Kingsolver, M. et al. 1977. Prosopis fruit as a resource for invertebrates. En B.B. Simpson (Ed.) Mesquite: Its biology in two desert ecosystems. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania. p. 108-122.

Livingston, M.; B.A. Roundy and S.E. Smith. 1995. Assosiation of native grasses and overstory species in southem Arizona. In: Gen. Tech. Rep. INT-GTR. 315. USDA Forest Service. Ogden, Ut. USA. p. 202-208.

Longhurst, W. 1956. Stump sprouting in response to seasonal cutting. Journal of Range Management 9(4): 194-196.

Meza S., R. y Osuna L., E. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del Mezquital de Baja California Sur Folleto técnico No 8. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Del Noroeste Campo Experimental Todos Santos. La paz, B.C.S. México. 8 p.

Meza, S. R. 2009. Guía para la colecta y beneficio de semilla de mezquite. INIFAP. Centro de Investigaciones Regional Noroeste Campo Experimental Todos Santos La Paz, B.C.S. México.

Nabhan, G.P. 1985. Gathering the desert. The University of Arizona Press. USA. P. 61-74.

NAS, National Academy of Sciences. 1980. Firewood Crops. Shrub and tree species for energy production. Washington, D.C. U.S.A. p. 146-159.

Osuna L., E. y Meza S. R. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del mezquital de Baja California Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos.

Palacios R. A. 2006. Los mezquites mexicanos: biodiversidad y distribución geográfica.

Pasiecznik, N.M., Felker, P., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cruz, G., Tewari, J.C., Cadoret, K. and Maldonado, L.J. (2001). The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* Complex: A Monograph. HDRA, Coventry, UK. pp.172.

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.

Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C. México núm. 3, pp. 7-19.

Serrada, R. - 2003. Regeneración natural; situaciones, concepto, factores y evaluación. Cuad. Soc. Esp. Cien. For. Nº 15: 11 -15 (2003). Actas de la III Reunión sobre Regeneración Natural del Grupo de Selvicultura. Lourizán.

Serrada, R. 2008. Apuntes de Selvicultura. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid.

Simpson, B.B. y Solbrig, O.T. 1977. Introduction. En: B.B. Simpson (Ed.) Mesquite: Its biology in two desert ecosystems. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania. p. 1-25.

Smith, D. M., B. C. Larson, M. J. Kelty, and P. M. S. Ashton. 1997. The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology. 9th ed. Wiley, New York. Pp. 537.

Turner, M.R.; Bowres, E. J. and Burgess, L. T. 1995. Sonoran desert plants an ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson, Az. USA. 504. p.

Villanueva D., J., Hernandez, A. R. y J. A. Ramirez G. 2000. Mesquite: a Multipurpose Species in Two Locations of San Luis Potosi, Mexico. Conference and Land Stewardship in the XXI Century, The contribution of Watershed Management, Tucson, Arizona. Mimeographed, w.o.n.p.

VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis estadístico para la variable número de rebrote de la cuarta evaluación.

| Variable dependiente: número de rebrote | | | | | |
|---|------------|-------------|---------------------------|---------|--------|
| | | Suma | Cuadrados | | |
| | | de | de | | |
| Fuente | GL | cuadrados | la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 524.4088889 | 262.2044444 | 34.50 | 0.0005 |
| Error | 6 | 45.6000000 | 7.6000000 | | |
| Total corregido | 8 | 570.0088889 | | | |
| R-cuadrada | Coef. Var. | Raíz CME | Media de núm. de rebrotes | | |
| 0.920001 | 14.00186 | 2.756810 | 19.68889 | | |

Apéndice 2. Análisis estadístico para la variable longitud de rebrote de la cuarta evaluación.

| Variable dependiente: longitud de rebrotes | | | | | |
|--|------------|-------------|------------------------------|---------|--------|
| | | Suma | Cuadrado | | |
| | | de | de | | |
| Fuente | GL | cuadrados | la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 13.928889 | 6.964444 | 0.02 | 0.9815 |
| Error | 6 | 2230.160000 | 371.693333 | | |
| Total corregido | 8 | 2244.088889 | | | |
| R-cuadrada | Coef. Var. | Raíz CME | Media de longitud de rebrote | | |
| 0.006207 | 15.71117 | 19.27935 | 122.7111 | | |

Apéndice 3. Análisis estadístico para la variable diámetro de copa de los rebrotes de la cuarta evaluación.

| Variable dependiente: diámetro de copa | | | | | |
|---|------------|-------------|----------------------------|---------|--------|
| | | Suma | Cuadrado | | |
| | | de | de | | |
| Fuente | GL | cuadrados | la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 2509.715556 | 1254.857778 | 2.32 | 0.1790 |
| Error | 6 | 3241.460000 | 540.243333 | | |
| Total corregido | 8 | 5751.175556 | | | |
| R-cuadrada | Coef. Var. | Raíz CME | Media del diámetro de copa | | |
| 0.436383 | 18.07085 | 23.24314 | 128.6222 | | |

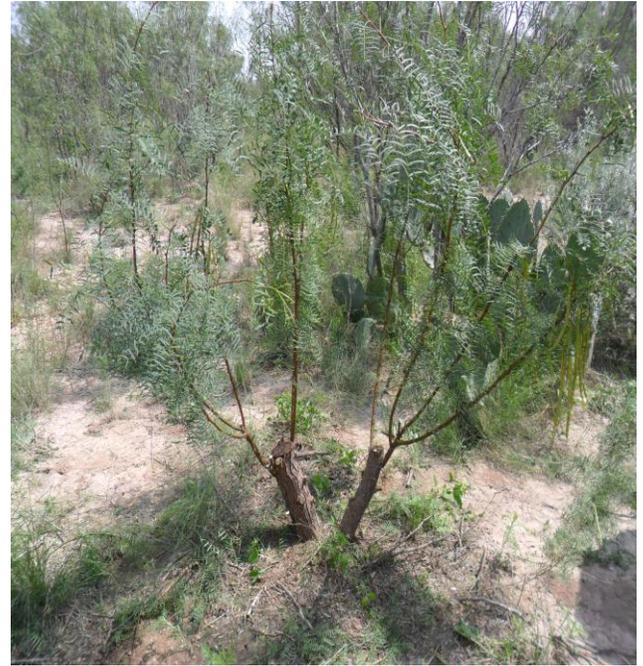
Apéndice 4. Análisis estadístico para la variable altura total de los rebrotes de la cuarta evaluación.

| Variable dependiente: altura total | | | | | |
|---|------------|-------------|--------------------------|---------|--------|
| | | Suma | Cuadrado | | |
| | | de | de | | |
| Fuente | GL | cuadrados | la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 3713.075556 | 1856.537778 | 4.39 | 0.0669 |
| Error | 6 | 2537.040000 | 422.840000 | | |
| Total corregido | 8 | 6250.115556 | | | |
| R-cuadrada | Coef. Var. | Raíz CME | Media de la altura total | | |
| 0.594081 | 12.43066 | 20.56307 | 165.4222 | | |

Apéndice 5. Fotos tomadas en campo de los diferentes tratamientos de los rebrotes en los tocones (Nájera C., J.A., 2013).



Fotos 1. Rebrotes en un tocón de 30 cm de altura



Fotos 2. Rebrotes en un tocón de 30 cm de altura



Foto 3. Rebrote en un tocón de 60 cm de altura.



Foto 4. Rebrote en un tocón De 60 cm en altura.



Foto 5. Rebrote de un tocón de 90 cm de altura.



Foto 6. Rebrote de un tocón de 90 cm de altura.