

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Evaluación de Tratamientos de Poda y Aclareo en
Poblaciones Naturales de Mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr) en
el Campo Experimental Zaragoza, Coahuila

Por:

ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación de Tratamientos de Poda y Aclareo en
Poblaciones Naturales de Mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.)
en el Campo Experimental Zaragoza, Coahuila.

Por:

ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesores



M.C. José Armando Nájera Castro

Asesor Principal

Dr. Jorge Méndez González

Coasesor

M.C. José Aniseto Díaz Balderas

Coasesor

Dr. Gabriel Sallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2018

DEDICATORIAS

A mis padres:

Jesús García Pérez (†)

Javier Sánchez Ramírez

A mi madre

Que, aunque ya no estés conmigo físicamente siempre agradeceré el apoyo incondicional que me brindaste. Por la paciencia que tuviste conmigo, por tus consejos, por tus palabras de aliento y motivación, por los valores enseñados día a día, este triunfo te lo dedico madre mía porque sé que diste tanto por mí y aunque mis ojos no te puedan ver yo sé que estás conmigo. Pese a las indiferencias y las adversidades presentes la confianza que depositaste en mí siempre fue constante y siempre creíste en que lo lograría, es algo que me llena de alegría y por el cual estaré agradecido toda mi vida, por eso y muchas cosas más siempre te llevaré en mi mente y en mi corazón.

A mi padre

Por darme siempre el apoyo incondicional y sobre todo por sus grandes enseñanzas, por su motivación y sus sabios consejos, que es algo que me ha servido y me servirá para toda la vida. Estoy consciente de que no puedo escuchar tu voz, pero me bastan ver tus acciones para darme cuenta que eres una persona maravillosa, admirable, muy capaz de hacer las cosas. Es por ello que agradezco infinitamente el que seas mi padre y sobre todo por siempre estar ahí en las buenas y en las malas.

A mis hermanos:

Rodolfo (†), Benito, Cecilia, Agustina, Rafaela, Teodora, Josefina, por todo el apoyo moral que me brindaron, por las palabras de aliento y motivación, por los consejos y las buenas vibras deseadas para que pudiera culminar con este proyecto de vida. Agradezco siempre el que se preocupen por mí y sobre todo por las atenciones brindadas como hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, agradezco a Dios por todo lo bueno que me ha brindado, no me queda duda que, gracias a Él, he logrado cumplir mi objetivo. Gracias por siempre estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi gloriosa **ALMA MATER** por haberme abierto sus puertas, brindándome sus conocimientos y servicios durante estos cinco años. Me llena de orgullo y satisfacción formar parte de esta gloriosa institución UAAAN. **“ORGULLOSAMENTE BUITRE”**.

A mis asesores el **M.C. José Armando Nájera Castro**, el **M.C. Aniceto Díaz Balderas** y el **Dr. Jorge Méndez González**, por aceptarme como su asesorado y sobre todo por la disposición, apoyo, paciencia y contribución, para el logro de la culminación de este trabajo de investigación.

A mis compañeros de generación: Selena, Belén, Juan, Jesús, Lizeth, Alejandra, Freddy, Jazmín, Deysi, José, Alejandro Guzmán, Adrián, Feliciano, Flor Ivon, Julio, Alejandro Gómez (tibu), Aldren, Francisco, Luis (chihuas) Lucero, Jonathan, Carlos Loera, pablo, Eli Isaías, Merari, Carlos Arturo, Reyna, Luis Miguel, Baldomero, Xitlali, Teodoro y Lorenzo, gracias por formar parte de esta gran experiencia, llena de momentos malos y buenos, sin ustedes esto no hubiese sido tan emocionante. Lo mejor de lo mejor para todos y cada uno de ustedes.

A la familia Dorian Valerio especialmente a la Sra. Aidé y al Sr. Jorge, por todo el apoyo brindado en los últimos tres años de mi carrera. Siempre les estaré muy agradecido, sobre todo porque siempre me brindaron trabajo, me abrieron las puertas de su casa y lo mejor de todo ello es que se consolidó una bonita amistad, Dios me los bendiga siempre.

A mis amigos: Verónica, Juan, Maricela, Julio, Deisy, Feliciano Jesús, Selena, porque que siempre estuvieron presentes en las buenas y en las malas, apoyándome con palabras de aliento, siempre motivándome para salir adelante. Sin lugar a duda hicieron que esta etapa de mi vida valiera la pena, gracias por todo, me llevo todo lo bueno de esto y espero que sigan formando parte de mi vida. Dios me los bendiga y me los guarde para siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivo general.....	3
1.2.1 Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Nomenclatura de la especie.....	4
2.2. Descripción del género Prosopis	4
2.2.1. Morfología y anatomía de la especie	5
2.3 Distribución del genero Prosopis en México	7
2.4. Usos y propiedades del mezquite	9
2.4.1. Principales usos	10
2.5. Importancia ecológica	12
2.6. Silvicultura y manejo	12
2.6.1. Tratamientos intermedios.....	12
2.7. Trabajos afines	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Características del área de estudio.....	18
3.2. Localización	18
3.3. Características físicas y biológicas del área.	20
3.3.1. Clima.....	20

3.3.2. Fauna.....	20
3.3.3. Flora.....	21
3.3.4. Suelo.....	21
3.4. Metodología	22
3.4.1. Tratamientos evaluados.....	22
3.4.2. Variables evaluadas.....	23
3.4.3. Toma de datos en campo	24
3.4.4. Diseño experimental	24
3.4.5. Modelo estadístico	25
3.4.6. Análisis estadístico	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Características dasométricas de los arboles muestreados	26
4.2. Incremento en área basal	27
4.3. Altura total.....	28
4.4. Diámetro de copa.....	30
4.5. Volumen leñoso	31
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
6. LITERATURA CITADA	33
7. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del mezquite.....	4
Cuadro 2. Especies del genero <i>prosopis</i> en México y su distribución.	8
Cuadro 3. Características dasometricas de <i>P. glandulosa</i>	26
Cuadro 4. Incremento en area basal del periodo 2013-2018 de <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.....	27
Cuadro 5. Incremento en altura del periodo 2013-2018 de <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	28
Cuadro 6. Incremento en diámetro de copa del periodo 2013-2018 de <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.....	30
Cuadro 7. Incremento en volumen del periodo 2013-2018 de <i>prosopis glandulosa</i> Torr.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica del género <i>Prosopis</i> en México.	9
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio del campo experimental Zaragoza, Coahuila de la Unidad Regional Norte de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	19

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue contribuir al conocimiento sobre los tratamientos poda y aclareo, para mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr). El área de estudio se encuentra ubicado en el municipio de Zaragoza Coahuila, perteneciente al campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Las variables que se evaluaron fueron: área basal, diámetro de copa, altura total y volumen leñoso. Esto se estableció mediante un diseño experimental completamente al azar. En el análisis estadístico, se utilizó un análisis de varianza y la comparación de medias de Duncan. Los tratamientos evaluados fueron 6 y un testigo, con 3 repeticiones cada uno, en total fueron 21 unidades experimentales. Las dimensiones de las parcelas fueron de 30 x 30 m; en cada parcela se tomó como unidad experimental 5 árboles seleccionados aleatoriamente y a diferente espaciamiento; se remidieron las variables dasométricas antes mencionadas. Los tratamientos aplicados en el año 2013 fueron: T1: Remoción de un 25% de las ramas, T2: Remoción de un 35% de las ramas, T3: aclareo con espaciamiento de 4 x 4 m entre árboles, T4: aclareo con espaciamiento de 5 x 5 m entre árboles, T5: combinación del T1 y el T3, T6: combinación del T2 y el T4 y el T7: testigo sin aclareo ni poda. El análisis estadístico se realizó en el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0, con un nivel de confianza $\alpha = 95\%$. Los resultados obtenidos mediante el análisis y la comparación de medias de Duncan muestran que no existen diferencias significativas para la variable área basal, diámetro de copa y volumen leñoso, la única variable que presentó diferencias estadísticas significativas fue la altura. El tratamiento 7 (testigo) fue quien presentó diferencias significativas respecto a los de más tratamientos, presentando el mayor crecimiento en altura total.

Palabras clave: mezquite, aclareos, podas silvícolas, crecimiento.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas de México presentan una gran diversidad de especies, que están sujeto a usos intensivos de aprovechamiento. El mezquite es una especie nativa de la flora de México, con gran importancia ecológica y económica, pero en el sureste de los Estados Unidos de América se le considera una planta indeseable, ya que desde el punto de vista de los agostaderos reduce el potencial de desarrollo de pastizales, remueve la humedad del suelo e incrementa las labores para el manejo del ganado (Cavazos, 1997).

La importancia ecológica recae en que provee de alimento y resguardo para la fauna silvestre; además son estabilizadores del suelo, reduciendo la erosión del mismo y protegen las cuencas hidrográficas (Meraz *et al.*, 1998); en lo económico, sirve como forraje para el ganado, de apoyo para la apicultura, se obtiene harina para repostería y goma con diversas aplicaciones industriales, con la madera se elaboran artesanías, muebles, pisos, carbón y leña (Meza, 2014). En México las poblaciones naturales de mezquite se distribuyen ampliamente en el norte del país, sus poblaciones son tan dominantes y claves que forman comunidades vegetales conocidas como mezquiteras (Ríos *et al.*, 2013). Esta especie presenta un gran valor ecológico y económico para los habitantes de las zonas áridas.

El desarrollo e incremento demográfico y de actividades relacionadas con el hombre como la agricultura, la ganadería y el establecimiento de nuevos núcleos urbanos, han contribuido de manera directa en la reducción de las poblaciones de mezquite (Vallejo *et al.*, 2012); aunado a esto, el aprovechamiento de mezquite para la obtención de madera, carbón y leña no ha decrecido, por lo que viene a empeorar el panorama actual del recurso. El aprovechamiento se ha presentado de manera intensiva y sin ningún control sobre el mismo recurso por lo que se ponen en riesgo las poblaciones de mezquite. Es necesario proponer alternativas de aprovechamiento forestal que

permitan conservar las poblaciones de mezquite, por ello su cuidadosa ejecución es importante no solo para garantizar la sostenibilidad de los bosques sino para la continuidad de la silvicultura, de esta forma se logra que el aprovechamiento forestal sea sustentable.

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto que tiene el aclareo y la poda sobre la altura, diámetro de copa, diámetro basal e incremento en volumen leñoso, después de cinco años de haber sido aplicados dichos tratamientos, con la finalidad de aplicar estas como una práctica silvícola en los programas de manejo forestal.

1.1 Planteamiento del problema

Debido al tipo de aprovechamiento y la demanda nacional de los diferentes tipos de productos que se obtienen del mezquite, principalmente leña y carbón, las poblaciones de mezquite han sido fragmentadas y se han reducido en superficie. Derivado de esto cabe señalar que la presión ejercida sobre el recurso es mucha y se ha incrementado considerablemente, por las podas y las cortas excesivas que se realizan para los distintos usos, en ocasiones aun no alcanzan la madurez suficiente para ser aprovechados y en el peor de los casos no se recuperan en su totalidad después de haber sido podados. Esto afecta directamente en el crecimiento y desarrollo de los árboles y en ocasiones puede llegar a provocar la muerte del árbol.

Es por ello que con los tratamientos silvícolas poda y aclareo aplicados, se podrá obtener información precisa, lo cual podrá ser utilizada en la elaboración de programas de manejo forestal. Con ello podrá proponerse un buen manejo y control del recurso, que se encuentren estrechamente relacionados con las necesidades ecológicas de la especie, con la finalidad de asegurar la permanencia y la sustentabilidad de las poblaciones de mezquite.

1.2 Objetivo general

Evaluar la respuesta a la aplicación de tratamientos silvícolas poda y aclareo, en poblaciones naturales de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), después de cinco años de haber sido aplicados.

1.2.1 Objetivos específicos

Evaluar los efectos de los tratamientos de poda y aclareo en el crecimiento en altura, área basal y diámetro de copa de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.).

Calcular el incremento en volumen de mezquite de (*Prosopis glandulosa* Torr.), como respuesta a la aplicación de los tratamientos poda y aclareo.

1.3. Hipótesis

Ho: Todos los tratamientos de poda y aclareo presentan el mismo incremento en altura, área basal y diámetro de copa.

Ha: Al menos un tratamiento de poda o aclareo ofrece respuesta al incremento en altura, área basal y diámetro de copa en los árboles de mezquite.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Nomenclatura de la especie

Clasificación taxonómica del mezquite (*P. glandulosa*), según Burkart (1976) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del mezquite (Burkart, 1976).

TAXONOMIA	
Reyno	<i>Plantae</i>
División	<i>Magneleophita</i>
Subreyno	<i>Magneleopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabácea</i>
Subfamilia	<i>Mimosoidae</i>
Género	<i>Prosopis</i>
Especie	<i>Glandulosa</i>
Nombre científico	<i>P. glandulosa</i>

2.2. Descripción del género *Prosopis*

El género *Prosopis*, familia leguminosae o fabácea, está presente en forma natural en las zonas áridas y semiáridas de África, América y Asia. Consta de 44 especies, arbustivas y arbóreas (Barros, 2010). De las 44 especies reportadas, 42 se encuentran en el continente Americano en dos grandes centros: el norteamericano (México-Texano) y el sudamericano (Argentino-Paraguayo-Chileno). El complejo norteamericano cuenta con 10 especies, todas ellas presentes en nuestro país (CONAZA e INE, 1994).

El mezquite (*Prosopis* sp.) es un árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales; las hojas son compuestas bipinnadas de color amarillo verdoso, agrupadas en racimos, miden de 4 a 10 mm, son bisexuales actinomorfas, con cinco sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo, con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehiscente, de 1 a 30 cm de longitud, puede ser plano cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas (Valenzuela *et al.*, 2011).

2.2.1. Morfología y anatomía de la especie

Raíz: el sistema radicular que presenta este género es amplio y profundo. Su raíz principal puede alcanzar profundidades de más de 50 m y sus raíces laterales se extienden hasta 15 m a los lados del árbol.

Tronco y ramas: tronco de corteza oscura o negruzca; ramas flexuosas formando una copa esférica o deprimida. Los tallos más delgados son espinosos, frecuentemente afilos y provistos de abundante parénquima cortical que hace las funciones de hojas atrofiadas o caducas. Presenta espinas generalmente abundantes, axilares o terminales.

Hojas: las hojas que presenta el género *Prosopis* son compuestas, bipinnadas, con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 15 a 10 mm de largo, más o menos persistentes, pero caducas en invierno; tiene pequeñas estipulas que luego se secan y caen. Únicamente presenta un par de pinnas por hojas. La época de formación de renuevos se extiende desde marzo hasta mayo; los folíolos permanecen en la planta de abril a diciembre.

Flores: las flores son de color amarillo verdoso; se encuentran agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espigas; las flores son sumamente pequeñas, miden de 4 a 10 mm y se encuentran situadas sobre

pedúnculos de 1 a 2 mm, producen un aroma y néctar agradable, indispensable para la polinización. Son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos, 5 pétalos y 10 estambres.

Los estambres son rectos, divergentes y con un tamaño doble de la corola; el ovario está cubierto por filamentos sedosos. El pistilo tiene una forma de una y estilo de cilindro; el ovario es súpero, unilocular, unicarpelar y de placentación parietal; el estigma es cóncavo.

Fruto: los frutos son vainas o legumbres en forma de lomento drupáceo; alargadas, rectas o arqueadas y en algunos casos espiraladas, indehiscentes de 10 a 30 cm de longitud; pueden ser planas o cilíndricas en la madurez, y contienen de 12 a 20 semillas; la cascara o pericarpio es coriácea, de color paja rojizo-violáceo. El mesocarpio presenta una pulpa gruesa y esponjosa de sabor dulce, que envuelve al endocarpio el cual está articulado en pequeños comportamientos donde se alojan las semillas, dispuestas en una hilera ventral.

La fructificación se presenta desde los meses de mayo a agosto. Para ello el fruto comienza a desarrollarse cuando la flor ha sido fecundada, comenzando su maduración en el mes de junio, de tal forma que para el mes de agosto han tomado una forma abultada y se han tornado de un color paja.

Semilla: la semilla es de forma oblonga o aplastada, dura, su coloración varía desde el café claro al oscuro, según la especie, variedad y el sitio en donde se desarrolle. La diseminación de las semillas es zoófila y endozoica, es decir, a través del tracto digestivo de los animales (INE, 1994).

2.3 Distribución del genero *Prosopis* en México

El mezquite se desarrolla en las regiones áridas y semiáridas de México, considerado como un recurso biótico con amplia distribución geográfica y ecológica en zonas del territorio mexicano. Se trata en general de especies arbóreas y arbustivas espinosas, fijadoras de nitrógeno y resistentes a calor, frío, salinidad en el suelo y sequía (Barros, 2010). Los mezquites son clasificados como especies termo-xerófilas; son consideradas como especie termo-xerófila porque se presentan en condiciones climáticas adversas que varían desde los desérticos (BW), hasta cálidos subhúmedos (CW) (INE, 1994).

Como se puede apreciar por su amplia distribución, *Prosopis* se encuentra ubicado en condiciones climáticas diversas, que van de los climas calientes hasta los templados y de los semihúmedos hasta los muy secos; en su área de localización, la temperatura va de los 20 a 29° C, mientras que la precipitación media anual fluctúa de 350 a 1200 mm (CONAZA e INE, 1994). Se le ha encontrado desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud, creciendo preferentemente en llanuras y bajíos (Ruíz, 2011).

A continuación, se presenta una lista detallada, en la que se encuentra las diferentes especies del género *Prosopis* (Cuadro 2), así como el mapa de distribución (Figura 1).

Cuadro 2. Especies del género *Prosopis* en México y su distribución (INE, 1994).

Especie	Distribución
<i>Prosopis palmeri</i>	Baja California
<i>Prosopis pubescens</i>	Norte de Chihuahua, Sonora, Baja California y Baja California Sur
<i>Prosopis tamaulipana</i>	Tamaulipas, Nuevo León y Veracruz
<i>Prosopis laevigata</i>	Baja California Sur, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Nuevo León, Querétaro, Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Zacatecas, Estado de México, Distrito Federal, Guerrero y Chiapas.
<i>Prosopis glandulosa</i> <i>Torreyana</i>	<i>var.</i> Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y Yucatán.
<i>Prosopis juliflora</i>	Baja California Sur, Baja California, Sonora, San Luis Potosí, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Querétaro, Estado de México, Morelos, Puebla, Hidalgo y Yucatán.
<i>Prosopis articulata</i>	Baja California Sur y Sonora.
<i>Prosopis reptans</i> <i>var. Cinerascens</i>	Sonora, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.
<i>Prosopis velutina</i>	Sonora.



Figura 1. Distribución geográfica del género *Prosopis* en México. ● *Prosopis odorata*, ■ *Prosopis glandulosa*, ▲ *Prosopis laevigata*, ▾ *Prosopis velutina*, * *Prosopis articulata* (Palacios, 2006).

2.4. Usos y propiedades del mezquite

Los mezquites como se ha mencionado son especies termo-xerófilas de gran interés para el hombre puesto que la mayor parte del árbol como hojas, tallos, raíces, flores y madera, presentan características que le permiten ser aprovechados, en una gran diversidad de actividades que benefician al hombre, la fauna silvestre y el medio ambiente (INE, 1994).

En la actualidad el mezquite presenta una amplia gama de utilidades: es valioso para la alimentación del ganado, ya que sus vainas son altamente nutritivas, los retoños (hojas tiernas) sirven como alimento para los bovinos y otros animales; por otro lado los troncos y ramas se utilizan para el establecimiento de cercas, así como para carbón y leña.

2.4.1. Principales usos

Alimentación animal

En la actualidad el mezquite en las regiones áridas y semiáridas del país, ha tomado gran importancia debido a que las vainas y las hojas del mezquite vienen a complementar la deficiente disponibilidad de alimento forrajero en estas regiones. La vaina del mezquite posee grandes cantidades de proteína, pero para ello es necesario triturarse para obtener una harina, de este modo se hace más fácil la mezcla con otras fuentes de alimento y con esto se complementa la alimentación del animal; así mismo, de acuerdo a las propiedades del fruto, su textura y dureza, cuando el animal lo consume de manera directa, este pasa directamente por el tracto digestivo y no logra digerirlo, por ello se asume que el consumo de la vaina sin triturar aporta un elevado contenido energético (Arguelles y Montoya, 1991).

Alimentación humana

Las vainas del mezquite sirven como fuente de alimentación para el consumo humano, debido al gran contenido de azúcares y proteínas que presenta. La semilla y las vainas son molidas y se obtiene harina misma que se combina con porciones de harina de trigo, con ello se elaboran tortillas, así mismo, se ha utilizado en algunas recetas para la elaboración de galletas y panes lo cual ha tenido resultados favorables (Ruiz, 2011).

Uso medicinal

La infusión de algunas partes de la planta se usa para combatir la disentería; el conocimiento de las propiedades de las hojas (bálsamo de mezquite) se usa para combatir algunas afecciones de los ojos; las propiedades de la corteza son vomitivo-purgante, los extractos en el alcohol de las hojas frescas y maduras han mostrado una marcada acción antibacterial contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Ruiz, 2011).

Gomas

Se han llevado a cabo diversos estudios para evaluar la disponibilidad y la producción de goma de mezquite de diversas especies, como *Prosopis laevigata* y *Prosopis velutiana*. La goma se ha utilizado en la medicina tradicional en los pueblos indígenas; en el estado de Sonora este recurso se ha colectado y comercializado en pequeña escala, como golosina, laca para pelo, pegamento y otros usos domésticos. De acuerdo a investigaciones realizadas, la goma de mezquite es un polisacárido muy ramificado que comparte similitudes en estructura primaria y propiedades emulsificantes con la goma arábiga. Las investigaciones realizadas sobre las propiedades funcionales de la goma de mezquite sugieren un potencial de aplicación industrial, así como la importancia del cultivo de esta especie (López *et al.*, 2006).

Uso forestal

Madera

Las propiedades físicas de la madera de mezquite en general, son de muy alta densidad y buena estabilidad dimensional, es por ello que por sus propiedades físicas mecánicas que presenta es apto para una amplia gama de usos (Rodríguez *et al.*, 2015); se utiliza en forma de brazuelos, tablas, tablonés, postes para cerca; así mismo por su dureza se emplea para manufactura de artefactos que necesitan ser muy resistentes como muebles, duela, parquet, hormas para zapatos, mangos para herramientas y utensilios de cocina; de igual forma, es muy empleado para la construcción en zonas rurales.

Leña y carbón

La madera del mezquite también se emplea para leña y carbón, reporta una emisión excelente de calor, tanto para uso doméstico como industrial, esto obedece a su capacidad calorífica. Según los campesinos, la leña de mezquite es considerada de mejor calidad en comparación con otras especies, pero el uso desmedido para autoconsumo y para el comercio ha llevado a una sobreexplotación del recurso; de igual forma para el carbón, la producción se ha incrementado a gran escala en comparación con algunos años (Galindo y García, 1986).

2.5. Importancia ecológica

Ecológicamente el mezquite desempeña un papel muy importante, para los ecosistemas de zonas áridas, es un excelente controlador de la erosión, fija el nitrógeno de la atmósfera al suelo y con ello mejora su fertilidad, de igual forma proporciona alimento y refugio a la fauna (Carrillo, 2007). Por sus características y estrategias de adaptación al medio ambiente, esta especie puede ser utilizada para la recuperación de tierras agrícolas que presenten problemas de salinidad en suelo y agua, además de que se consideran útiles para la estabilización y el mejoramiento del suelo al incrementar el contenido de materia orgánica (Ruiz, 2011).

2.6. Silvicultura y manejo

2.6.1. Tratamientos intermedios

Los tratamientos intermedios son un conjunto de técnicas aplicadas a un rodal que se encuentra bajo manejo, desde el establecimiento hasta su cosecha final. En general estos tratamientos están diseñados con el objetivo de mejorar la calidad, salud e incrementar el crecimiento del árbol, por ello el ajuste y el

buen manejo de la densidad afecta directamente en la composición y estructura del rodal. En general se corrigen los defectos del bosque, formando mejores individuos y eliminando los menos deseables; gracias a esto se incrementa el volumen y el valor de los productos forestales que se obtienen (Daniel *et al.*, 1982).

Los tratamientos que se aplican a las masas forestales con fines de aprovechamiento maderable son las siguientes:

- a) Cortas de liberación: las cortas de liberación son las cortas de los arboles padres, esto se realiza cuando se ha logrado establecer la regeneración de la especie. El principal objetivo es liberar a los arboles jóvenes y con ello impulsar su crecimiento y desarrollo.
- b) Cortas de saneamiento: estas cortas se realizan con el objetivo de eliminar árboles que se encuentran plagados. Con esto se logra evitar la expansión de la plaga hacia otros árboles.
- c) Cortas de salvamento, recuperación o rescate: son las cortas que se realizan con el objetivo de extraer árboles que han sido dañados por diversos agentes naturales, tales como relámpagos, derribos por fuertes vientos, o árboles que se encuentran muertos. Con en este tipo de cortas se aprovecha al máximo los recursos existentes y así mismo se reducen las pérdidas económicas.
- d) Cortas de mejoramiento: este tipo de cortas se realiza con el objetivo de eliminar arboles indeseables que se encuentren defectuosos y presenten formas poco favorables para la masa forestal. Podría hablarse de una depuración del bosque en el que solo los mejores árboles son los que se dejarían en el rodal; con este tipo de cortas se mejora la calidad y la composición de la masa forestal.
- e) Aclareos: los aclareos se realizan en rodales coetáneos e incoetáneos, son aplicados cuando los árboles se encuentran en la etapa de joven fustal o vardascal, con este tipo de corta se impulsa el crecimiento de los árboles, mejorando la calidad y composición de la masa forestal, de esta

forma se incrementa la producción total del bien esperado (Daniel *et al.*, 1982).

Otros autores mencionan que con la aplicación de los aclareos se logra eliminar arboles dañados, mal conformados, y otros que se encuentran dominados. De esta forma se obtiene más espacio para los árboles que han quedado en pie, aprovechando al máximo los recursos abióticos como, el agua, la luz solar y la disponibilidad de nutrientes del suelo (SARH, 1985).

De igual forma se menciona que con los aclareos se logra incrementar el crecimiento de los árboles en altura y las copas de los árboles también crecen considerablemente cerrando huecos del dosel. Los tratamientos periódicos ayudan a incrementar las tasas de crecimiento del diámetro de los árboles.

La finalidad de los aclareos es concentrar la producción (el incremento) en los árboles que constituirán la cosecha final, o los que serán aprovechados en raleos comerciales en cortas intermedias (Meza y Torres 2006).

El manual de aclareos y podas de la CONAFOR (2009), menciona que los aclareos son una técnica muy parecida a los preaclareos, que se realizan después y cuando los árboles son mayores, presentando diámetros de 10 a 50 centímetros. Sirve para continuar con la distribución y mejoramiento de la población de árboles.

Un aclareo también se define como una operación realizada en un rodal de edad uniforme, o en agrupaciones forestales del mismo tipo, esto se realiza en cualquier momento previo al comienzo del periodo de regeneración, el objetivo de los aclareos es redistribuir el potencial del crecimiento o mejorar la calidad del rodal residual. Existen cinco tipos clásicos de aclareos: aclareo por lo bajo, aclareo por lo alto (copas), aclareos de selección, aclareo mecánico y aclareo libre (Daniel *et al.*, 1982).

f) Poda: la poda consiste en la eliminación de ramas del árbol, con herramientas apropiadas tales como: serruchos y tijerones, esto se aplican a una cierta altura final del fuste (2.8 o 5.5 m de altura). La finalidad principal de las podas es mejorar la calidad del fuste del árbol, con ello se logra producir madera libre de nudos y defectos, incrementando la calidad de los rollos de madera y así mismo los precios. Por lo general se realizan de 2 a 3 podas (excepcionalmente 5), gracias a esto se reduce el riesgo de incendios de copa (Valencia, 2013).

La poda es considerada una actividad de manejo que consiste en la corta y eliminación de las ramas superiores de la parte inferior del fuste del árbol, con la finalidad de mejorar su calidad y obtener madera libre de nudos; así mismo, se menciona que con las podas se reducen los riesgos de incendios y además se controla la diseminación de enfermedades (Martínez, 2013).

Rivas (2013) define la poda como el corte selectivo de partes del árbol (ramas y/o raíces) basado en el conocimiento biológico del mismo, con un propósito definido.

Daniel *et al.*, (1982) mencionan que mediante la poda se logra eliminar las ramas de los arboles cuando su edad es todavía corta, de tal modo que así se obtienen árboles maduros de mejor calidad con madera libre de nudos.

2.7. Trabajos afines

Mérida (2015), realizó un trabajo de podas y aclareos en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila. Las variables que evaluó fueron incremento en altura total, diámetro de copa, diámetro basal e incremento en volumen leñoso, para ello utilizó un diseño experimental completamente al azar, con comparación de medias Duncan. De tal modo que se evaluaron seis tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno, siendo en total 21 unidades experimentales, en parcelas de 30 x 30 m. Los resultados obtenidos con la prueba de medias de Duncan y el análisis de varianza muestran que no existen diferencias estadísticas significativas, en las variables diámetro basal, altura y volumen leñoso, la única variable en la que se encontró diferencias estadísticas significativas fue en el diámetro de copa.

Carrillo *et al.*, (2004) realizaron un experimento donde se evaluarón una parcela con una superficie de 3 ha, en la cual se establecieron dos tratamientos, siendo el tratamiento 1 árboles podados y como tratamiento 2 el testigo. Se utilizó un sistema de muestreo completamente al azar mediante un muestreo simple aleatorio para lo cual, se consideró como unidad experimental un árbol de mezquite. El análisis estadístico arrojó diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$). En altura se presentó un incremento de 43.7 cm² para la poda y 29.5 cm² para el testigo; en área basal total, presentó un incremento de 13.7 cm² para poda y de 31.4 cm² para el testigo y para el área basal por tallo con 9.5 cm, contra 5.3 cm² para poda y testigo respectivamente; en diámetro de copa no se encontró diferencias estadísticas significativas.

Méndez *et al.*, (2006), realizaron una investigación con el objetivo de ajustar ecuaciones para estimar volumen, peso verde y biomasa en arboles completos de *Prosopis glandulosa* var. Torreyana en una región del municipio de Mexicali Baja California. Se seleccionaron un total de 18 individuos, de diferentes dimensiones, los arboles seleccionados fueron derribados y posteriormente se procedió a obtener la altura total, diámetro a la base y diámetros máximos y mínimos de copa, el cálculo del volumen se obtuvo

mediante inmersión y desplazamiento en agua con xilómetros, previamente calibrados, los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico mencionan que el modelo que mejor estima el volumen total de esta especie es el modelo de Meyer Modificado.

Rueda (2013), ajustó 10 modelos para desarrollar tablas de volumen de *Prosopis glandulosa* Torr, utilizando el método destructivo. El trabajo se realizó en campo experimental de Zaragoza, Coahuila. Los resultados indican que el mejor modelo para predecir el volumen de esta especie fue el de Schumacher ($\beta_0 d c^{\beta_1} h^{\beta_2}$) el cual presentó un buen coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}) de 0.8803.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área de estudio

El campo experimental Zaragoza, Coahuila, perteneciente a la Unidad Regional Norte de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuenta con una superficie de aproximadamente 57 ha de tierras agrícolas de riego y una fracción cubierta con vegetación forestal de huizache y mezquite.

3.2. Localización

El campo experimental está situado en el municipio de Zaragoza, Coahuila en el kilómetro 23 de la carretera Morelos- Acuña a 13 km al norte de Zaragoza, Coahuila.

Localización: se encuentra entre las coordenadas $28^{\circ} 36' 42.12''$ de latitud norte y de $100^{\circ} 54' 28.50''$ de longitud oeste; con una altitud de 355 msnm (Figura 2).

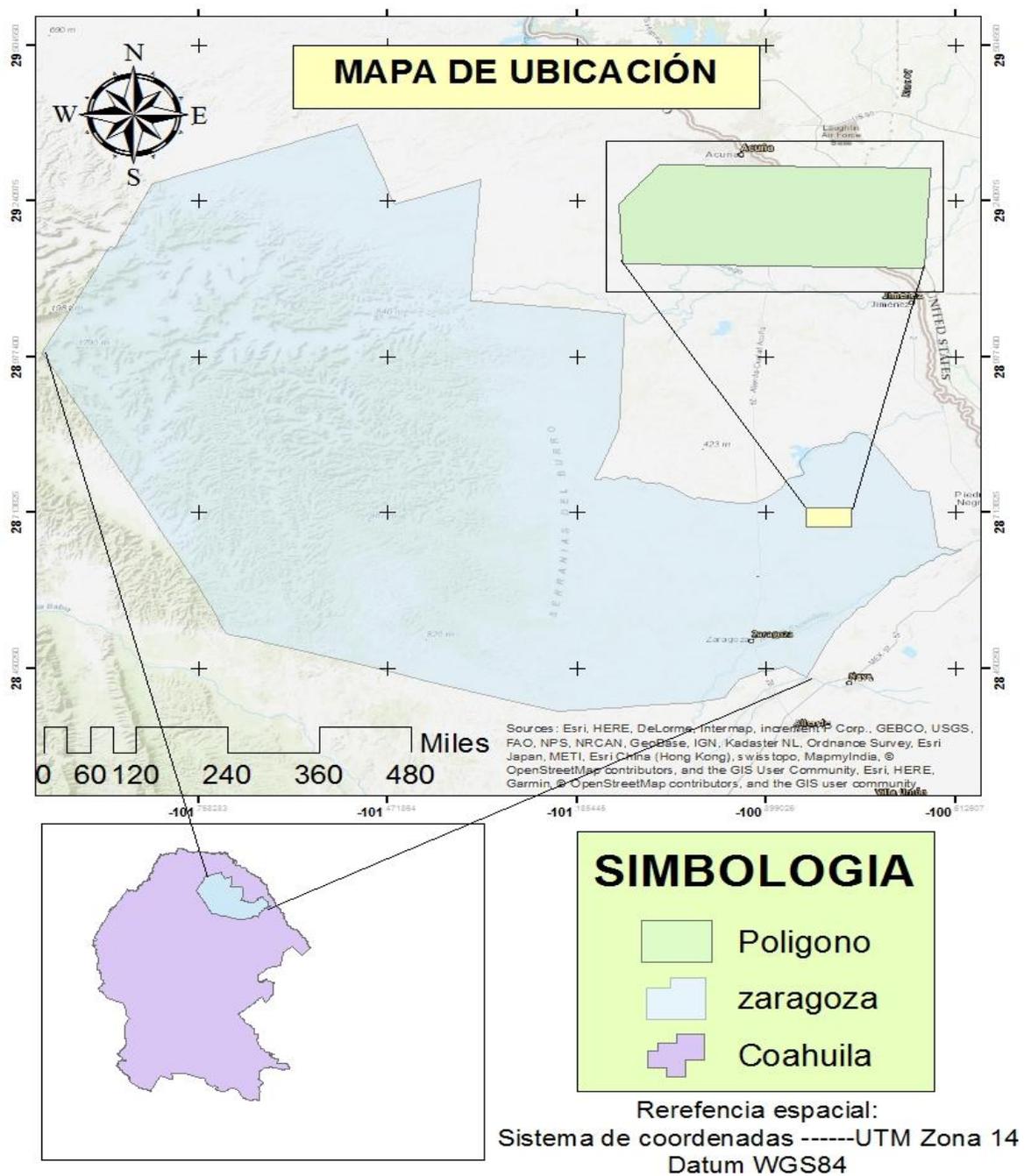


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio del campo experimental Zaragoza, Coahuila de la Unidad Regional Norte de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.3. Características físicas y biológicas del área.

3.3.1. Clima

En la región predominan los climas secos, semicálidos, extremosos, con el invierno fresco, lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal superior al 10 %. BSo (h)(x). Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; lluvias entre verano e invierno mayores a los 18 % anual (CONABIO, 2008).

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

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

3.3.2. Fauna

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

3.3.3. Flora

La vegetación existente en el municipio de Zaragoza Coahuila está conformada por Mezquite (*Prosopis glandulosa*), encino (*Quercus ssp.*), huizache (*Acacia farnesiana*), nopal (*Opuntia spp*), chaparro prieto (*Acacia graveolens*), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), hierba de golondrina (*Geranium robertianum*).

3.3.4. Suelo

En el área de estudio se encuentran presentes cuatro tipos de suelo, los cuales se describen a continuación:

Xerosol. Son suelos literalmente secos. Localizados en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México, tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcilla, o bien, muy semejante a la capa superficial (FAO, 2006).

Rendzina. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales y templados. Se caracteriza por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente este tipo de suelos son arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm (FAO, 2006).

Litosol. Se caracteriza por su profundidad menor de 10 cm, limitado por la presencia de roca, caliche o tepetate endurecido. La susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de los factores ambientales (FAO, 2006).

Yermosol. Este tipo de suelos presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo. Son suelos muy pobres en materia

orgánica y se encuentran localizados en las zonas más áridas del norte del país (FAO, 2006).

3.4. Metodología

3.4.1. Tratamientos evaluados

El experimento lo estableció el ingeniero Armando Nájera Castro en el año 2013, en ese mismo año aplicó los diferentes tratamientos de poda y aclareo en la época de verano y en invierno realizó las mediciones para obtener diámetro a la base, altura total y diámetro de copa. En el año 2018 en el mes de marzo se evaluaron nuevamente los arboles seleccionados sobre los que se aplicó los diferentes tratamientos, evaluando de igual forma diámetro a la base, altura total y diámetro de copa con la finalidad de comparar los datos obtenidos con los que obtuvo el ingeniero armando Nájera castro en el año 2013.

Poda silvícola: remoción de ramas basales y tallos excesivos para continuar con la promoción de la forma arbórea, con dos intensidades de poda.

Aclareos: eliminación de árboles suprimidos que compiten con los arboles seleccionados para constituir la cosecha futura, con el propósito de estimular el desarrollo de estos y aumentar el incremento en volumen maderable.

Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1. Aplicación de poda al 25 % de la altura total, sin aplicar aclareo. La poda se aplicó a los cinco arboles seleccionados, donde se removieron todas las ramas vivas hasta un 25 % de la altura total de los árboles.

Tratamiento 2. Aplicación de poda al 35 % de la altura total, sin aplicar aclareo. La poda se aplicó a los cinco arboles seleccionados, donde se

removieron todas las ramas vivas hasta un 35 % de la altura total de los árboles y después se eliminó la vegetación de mezquite que no fue seleccionada, se derribó alrededor del 40 % dentro de la unidad experimental.

Tratamiento 3. Eliminación de los árboles cuyas copas se ubiquen hasta una distancia de 2 m de las copas de los arboles a favorecer dejando espaciamiento de 4x4 metros entre los arboles seleccionados. Se seleccionaron los árboles y después se eliminó la vegetación de mezquite que no fue seleccionada, siendo esta como un 40 % de los árboles derribados dentro de la unidad experimental.

Tratamiento 4. Eliminación de los árboles cuyas copas se ubiquen hasta una distancia de 2.5 m de las copas a favorecer, dejando un espaciamiento de 5x5 metros entre los arboles seleccionados, sin podas. Se seleccionaron los árboles y después se eliminó la vegetación de mezquite que no fue seleccionada, se derribó poco más del 50 % dentro de la unidad experimental.

Combinación de tratamientos intermedios

Tratamiento 5. Combinación del T1 y el T3.

Tratamiento 6. Combinación del T2 y el T4.

Tratamiento 7. Testigo, sin aclareo y sin podas.

3.4.2. Variables evaluadas

Altura total (m)

Diámetro de copa (m)

Diámetro basal (cm)

Volumen leñoso (m³)

Para el presente trabajo de investigación el incremento en volumen se calculó con el modelo de Schumacher $V = 0.00152 d^c (0.7482) h^{1.6932}$, obtenido por Rueda (2013).

3.4.3. Toma de datos en campo

Para la medición de las variables sujetas a evaluación se utilizaron las siguientes herramientas:

Cinta diámetrica

Cinta métrica

Flexómetro

Pértiga

Machete

Azadón

Antes de comenzar a realizar las mediciones se identificaron las unidades experimentales, con los cinco árboles en los que se aplicaron los diferentes tratamientos. Del mismo modo fue necesario utilizar machete y azadón para desyerbar los fustes de los árboles y con esto facilitar la medición del diámetro a la base. Para la medición de la altura se utilizó el flexómetro solo en algunos casos, únicamente para individuos que no superaban los 5 metros de altura, por otro lado se utilizó una regla telemétrica en arboles con alturas >5 metros y finalmente para la medición del diámetro de copa se utilizó una cinta métrica, para lo cual se tomaron en cuenta dos diámetros; uno en sentido nortesur y el otro en sentido este-oeste, el cual se promedió para obtener un solo diámetro de copa por árbol.

3.4.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones, en total se evaluaron 21 unidades experimentales. Cada unidad experimental se encuentra conformado por cinco árboles.

3.4.5. Modelo estadístico

El modelo que se utilizó fue el siguiente:

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

donde:

Y_{ij} = Variable de la respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i-esimo tratamiento

ε_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental

3.4.6. Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico se elaboró una base de datos en Excel con todos los datos recabados en campo, los cuales fueron: diámetro basal, altura, diámetro de copa mayor y diámetro de copa menor, esto para los 7 tratamientos evaluados, en total se registraron 105 árboles y a esta base de datos se le agregó la base de datos del año 2013. Una vez estructurada la base de datos se prosiguió a calcular el área basal y el volumen, para el diámetro de copa se obtuvo un promedio para cada árbol, después de haber generado las nuevas variables se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan, en el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características dasométricas de los árboles muestreados

Con base a los 105 árboles evaluados de *P. glandulosa* en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, se presenta la estadística descriptiva para todas las variables evaluadas; diámetro normal, área basal, diámetro de copa, altura y volumen (Cuadro 3).

Cuadro 3. *Características dasométricas de P. glandulosa.*

Año	Especie	n	D.B Min-Max	A.B Min- Max	D.C Min- Max	H Min- Max	Vol. Min- Max
2013	<i>P. glandulosa</i>	105	3.5-16	0.0009- 0.0201	1.05- 5.35	1.9- 5.3	0.0083- 0.0785
2018	<i>P. glandulosa</i>	105	5.8-1.8	0.0026- 0.0254	1.41- 8.97	2.2- 5.95	0.0175- 0.1307

Donde: n=número de árboles muestreados; D.B= diámetro basal (cm); A.B= área basal (m²); H=Altura; Vol.=volumen (m³).

4.2. Incremento en área basal

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza, en términos de significancia del análisis, no existen diferencias estadísticas significativas $Pr>F=0.3522$ (Cuadro 4).

Cuadro 4. Incremento en área basal del periodo 2013- 2018 de *P. glandulosa*.

Tratamiento	Repetición	Media (m ²)
5	3	0.005800
1	3	0.004473
3	3	0.004433
2	3	0.004120
4	3	0.003547
7	3	0.003360
6	3	0.003240

Analizando la respuesta de los tratamientos aplicados en el año 2013 y comparándolos con los datos obtenidos en el año 2018, se observa que no se presenta un incremento que se considere significativo para los años de evaluación, tal como se muestra en el Cuadro tres, esto puede obedecer a las condiciones climáticas limitantes del medio ambiente que restringen el crecimiento y desarrollo de la especie.

Los años considerados para la presente evaluación fueron cinco, pero en este período de tiempo, los arboles no presentaron grandes cambios en sus dimensiones, de igual forma Atanasio (2014) aplicó tres intensidades de poda en *Prosopis alba* Griseb, las intensidades fueron las siguientes: 30%, 50% y

70%, se menciona que hasta los 9 años de edad se encontró influencia significativa de la intensidad de poda sobre el diámetro, la altura total, el área basal y el número de rebrotes epicórmicos, la respuesta a las diferentes intensidades de poda no fue inmediata, se presenta lo mismo con el experimento establecido en el campo experimental de Zaragoza Coahuila, esto puede obedecer al grado de intensidad de poda y aclareo que se haya aplicado respectivamente para los arboles seleccionados.

Carrillo *et al.*, (2007) determinaron el efecto de poda en área basal en un sitio natural de mezquite en el ejido La Victoria Tlahualilo, Durango. La poda consistió en eliminar parte de los tallos presentes así como sus ramas bajas y ramas interiores. Las podas ejercieron efecto positivo en el índice de crecimiento en altura, sin embargo en área basal el efecto fue negativo y el testigo fue quien presentó un mayor índice de crecimiento. Por el contrario los resultados obtenidos para la variable área basal en el Campo experimental Zaragoza Coahuila, los arboles seleccionados sobre los que se aplicó los diferentes tratamientos presentaron incremento, esto puede obedecer a la calidad del sitio y las condiciones del medio ambiente, la disponibilidad de nutrientes presentes, así como la correcta ejecución de las podas. Todo esto pudo provocar el decremento en área basal en el experimento que estableció Carrillo y colaboradores en el 2007.

4.3. Altura total

En altura total de acuerdo al análisis de varianza en términos de significancia ($Pr>F=0.0363$), si existen diferencias significativas, por lo que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Incremento en altura del periodo 2013-2018 de *P. glandulosa*.

Tratamiento	Repetición	Media (m)
-------------	------------	-----------

7	3	1.3920
5	3	0.9060
3	3	0.9020
1	3	0.8847
2	3	0.8060
6	3	0.8000
4	3	0.6047

De acuerdo a los valores obtenidos por la comparación de medias de Duncan, se puede observar que el tratamiento 7 correspondiente al testigo, es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, fue el único que presentó mayor crecimiento en altura. El mayor crecimiento en altura del testigo puede deberse a que no se le aplicó ningún tipo de poda y aclareo, de tal forma que se encuentran sometidos a mayor competencia a partir del cierre de las copas por acceder a una mayor exposición a la luz y a una mayor ocupación del suelo, aunque esto da como resultado la muerte de algunos individuos y de ramas laterales de los que resulten, así mismo, la copa se ve totalmente afectada presentando cambios debido a la competencia sobre la que se encuentra sometida (Gadow et al., 2007).

Carrillo (2007), aplicó dos tratamientos de poda y aclareo en la misma especie, encontró diferencias significativas altas en altura con un incremento de 43.7 cm para poda y 29.5 cm para el testigo. Esto comparado con los resultados obtenidos, en ambos casos los arboles presentaron respuesta al incremento en altura independientemente de cual fuera el tratamiento aplicado.

Álvarez (2008) citado por Álvarez y Villagra (2009), menciona que en árboles de mezquite que fueron sometidos a podas en el noreste de Mendoza, no presentaron crecimiento en altura.

En plantaciones de *Prosopis alba* griseb se aplicaron diferentes intensidades de poda, en diferentes épocas del año. Todas las podas aplicadas generaron impacto negativo en el crecimiento en altura y en diámetro y más aún

cuando estas fueron aplicadas en verano (Naval *et al.*, 2015). Se menciona que el impacto es más grave cuando las podas son aplicadas durante el periodo vegetativo de crecimiento y sobre todo cuando se presentan fuertes intensidades de lluvia. En comparación con el estudio realizado todos los arboles presentaron un impacto positivo en el crecimiento en altura, esto puede deberse a que los arboles ya están adaptados al medio en el que se desarrollan y por el contrario en la plantación de *prosopis alba* griseb los arboles aun pudieran estar adaptándose a las condiciones del medio ambiente y, si a eso se le suma la edad en que se le aplico las diferentes intensidades de poda, los resultados no seria los más favorables para los árboles.

4.4. Diámetro de copa

Para la variable diámetro de copa el análisis de varianza realizado no presento diferencias significativas $Pr > F = 0.6108$ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Incremento en diámetro de copa del periodo 2013
2018 de *P. glandulosa*.

Tratamiento	Repetición	Media (m)
5	3	1.1063
6	3	0.9280
1	3	0.7490
2	3	0.7473
3	3	0.7360
4	3	0.6740
7	3	0.4223

Comparando estos resultados con los que obtuvo Carillo (2007), la situación es la misma tampoco encontró diferencias significativas, en un año de

evaluación, pero sin embargo se observó que los tratamientos en los que se aplicó podas presentaron un mayor crecimiento en comparación con el testigo.

4.5. Volumen leñoso

En la variable volumen leñoso el análisis de varianza no arrojo diferencias significativas $Pr>F=0.6208$ (Cuadro 7).

Cuadro 7. Incremento en volumen del periodo 2013-2018 de *P. glandulosa*.

Tratamiento	Repetición	Media (m ³)
7	3	0.0270
5	3	0.0266
2	3	0.0238
3	3	0.0213
1	3	0.0206
6	3	0.0201
4	3	0.0162

Para la variable volumen leñoso los tratamientos aplicados resultaron ser iguales, sin presentar significancia. Comparando estos resultados con lo obtenido con Patch y Felker (2001) en la aplicación de podas y la eliminación del sotobosque, en volumen se presentó un incremento del 35 % en todos los árboles que fueron tratados, por el contrario en los árboles que no fueron tratados se presentó un 13 % de incremento, esto después de nueve años de haber aplicado los tratamientos; esto puede obedecer a una serie de factores tales como la calidad del sitio, las condiciones climáticas presentes, , la

presencia de plagas y enfermedades, y la época en que se aplicó los tratamientos.

Álvarez y Villagra (2009), mencionan que al momento de realizar las podas, los arboles procuran producir más follaje, dando como respuesta inmediata el incremento en diámetro de copa, así mismo mencionan que esta práctica trae consigo mismo la disminución del crecimiento en el árbol y la altura, es por ello que debido a todo lo mencionado no se encontraron diferencias estadísticas, aun considerando un período de crecimiento de cinco años después de la aplicación de los tratamientos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, debido a que ningún tratamiento presentó diferencias estadísticas significativas.

Con la aplicación de las podas y los aclareos en el período comprendido para la evaluación 2013 y 2018, se logra incrementar el valor de las variables estudiadas, aunque de acuerdo al análisis de varianza solo el tratamiento 7 (testigo) para la variable altura resultó ser diferente a los demás.

Con la aplicación de podas y aclareos se logra mejorar la forma del árbol con fines forestales obteniendo productos de mayor y mejor calidad, sin embargo, no se logró incrementar la productividad.

Los arboles no presentaron un mayor crecimiento puesto que las podas y los aclareos fueron aplicados en verano, esto afecta a los arboles debido a que se encuentran en el periodo vegetativo de crecimiento. Con la aplicación de podas en esta época el árbol entra en estrés fisiológico frenando su crecimiento.

Se recomienda realizar podas y aclareos para mezquite, con la finalidad de mejorar los productos forestales. De igual forma es necesario contemplar la época del año en que se realicen estas prácticas silvícolas, ya que puede

afectar el desarrollo de la planta, por ello se recomienda que las podas sean aplicadas en invierno, después de que el árbol haya presentado su mayor crecimiento de todo el año.

6. LITERATURA CITADA

- Álvarez A., J. y Villagra E., P. *Prosopis flexuosa* DC. 2009. (Fabaceae, Mimosoidae). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza Argentina. Pag 49-63.
- Atanasio M., A. 2014. Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. Revista de ciencias forestales Quebracho. Argentina. Volumen 22. 13 p.
- Arguelles y Montoya, 1991. Explotación del mezquite en San Luis Potosí, una perspectiva histórica. Ediciones del Archivo histórico del estado de San Luis Potosí. S.L.P. México. 88 p.
- Arita H., T. y Rodríguez G. 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.
- Barros S. 2010. El Género *Prosopis*, Valioso Recurso Forestal de las Zonas Áridas y Semiáridas de América, Asia y África. Ciencia e Investigación Forestal. Volumen 16: 38 p.

- Burkart A. 1976. Monografía en el género *Prosopis* (Mimosoideae). Journal of the Arnold Arboretum. Vol. 57: (450, 525).
- Carrillo F., R. Gómez L., F. y Arreola A., J., G. 2007. Efecto de poda sobre Potencial Productivo de Mezquites Nativos en la Comarca Lagunera, México. Revista Chapingo. Serie de Zonas Áridas. Vol.6: (47,54).
- Cavazos D., J., R. 1977. Uso múltiple de los agostaderos en el norte de México. Ciencia Forestal en México, Vol. 22: 162 p.
- CONABIO. 2008. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca del río sabinas rtp-152.
- CONAFOR. 2009. Aclareos y podas. Comisión Nacional Forestal. 26 p.
- CONAZA. 1994. Mezquite spp. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. 31 p.
- Daniel, T. W., J. A., Helms y F. S. Backer. 1982. Principios de silvicultura. 2a Edición. Ed. McGRAW-HILL. México. 492 p.
- FAO. 2006. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. 2da edición 2006. 130 p.
- Gadow V., K. Sánchez O., S y Álvarez G., J., G. 2007. Estructura y crecimiento del bosque.
- Galindo A., S y García M., E. 1986. Usos del mezquite (*Prosopis*) en el altiplano potosino. Agrociencia. 147 p.
- Hernández R., M. 2001. Silvicultura y manejo integral de los recursos forestales (Notas preliminares. Segundo borrador). Pag. 9-10.
- INE. 1994. Mezquite *Prosopis spp.* Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión nacional de zonas áridas. México, D.F. 31 p.

- Martínez S., M. 2013. Ecología y uso de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México. 1ra edición. Editorial. INIFAP. Aldama Chihuahua. México. 226 p.
- Méndez G., J. Santos A., M. Nájera J., A., L y González O., V. 2006. Modelos para Estimar Volumen y Biomasa de Arboles Individuales de *Prosopis glandulosa*, var. Torreyana en el ejido Jesús Gonzales Ortega No 1, Mpio. De Mexicali, B. C. Agrofaz 6(2):225-239.
- Mérida A., G., J. 2015. Evaluación de Tratamientos de Aclareo y Poda en Poblaciones Naturales de Mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) en Zaragoza, Coahuila, México. 40 p.
- Meza S., R. 2014. Guía para establecer áreas semilleras de mezquite, INIFAP, Campo Experimental Todos los Santos. Editorial. SAGARPA, Modulo "C" altos La Paz, B.C.S, 2 p.
- Meza M., A y T C., G. 2006. El raleo: una operación silvicultural fundamental. Revista KURU Costa Rica. 3 p.
- Meraz V., S. Orozco V., J. Lechuga C., J., A. Cruz S., F. y Vernor V., J. 1998. Universidad Autónoma de México, Facultad de Ciencias Biológicas. (Pag: 20-21).
- Naval M. Ewens M., M. Senilliani G. López C. Efectos de la poda en plantaciones jóvenes de *Prosopis alba* Griseb en Santiago del Estero, Argentina. Quebracho - Revista de Ciencias Forestales, 23 (1-2), 77-91.
- Nikolay A. Silvicultura y dinámica de los bosques. CITAB. 29 p.
- Patch L., N y Felker P. 1997. Influence of silvicultural treatments on growth of mature mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) nine year offer initiation. Forest Ecology and Management 3985. Vol. 94: Pag 37-46.
- Palacios R. 2006. Los mezquites mexicanos: Biodiversidad y distribución geográfica. 24 p.

- Ríos S., J., C. M, Martínez, S, M, Guerrero, A, S. Martín Martínez Salvador. Primera edición. Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Pag 39-59.
- Rivas T., D. 2013. Memoria de prácticas silvícolas. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 34 p.
- Rueda M., O. 2013. Modelos y Tablas de Predicción de Volumen para *Prosopis glandulosa* Torr. en el Norte de Coahuila. Tesis de licenciatura 40 p.
- Ruiz T., D., R. 2011. Uso potencial de la vaina de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del altiplano potosino. Tesis de maestría 107 p.
- Rodríguez S., E., N. Rojo M., G., E. Ramírez V., B. Martínez R., R. De la Caridad Cong., H., M. Medina T., S., M. y Piña R., H., H. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. Ex Willd.) En México. Ra Ximbai. Vol. 10: 23 p.
- Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos subsecretaria de gestión forestal. 1985. Normas mínimas de calidad para la formulación de estudios dasonómicos en bosques.
- Vallejo V., J., A. Jiménez O., R. Cervantes M., R. Trucíos C., R. Rivera G., M. 2012. Potencial productivo y cambio de uso de suelo en poblaciones de mezquite (*Prosopis spp*) del norte- centro de México. INIFAP CENID RASPA. Vol. 12: 10 p.
- Valenzuela N., L., M. Trucíos C., R. Ríos S., J., C. Flores H., A. y González B., J., L. 2011. Caracterización dasométrica y delimitación de rodales de Mezquite (*prosopis sp*) en el estado de Coahuila. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. Volumen XVII: 10 p.
- López F., Y., L. Goycoolea M., F. Valdez A., M. y Calderón de la B., A., M. 2006. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. Interciencia. Vol. 31:8 p.

Valencia J., C. 2013. Manejo silvícola. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Acuerdo de producción limpia y pymes silvícolas de plantaciones. Forestal Minico. 10 p.

7. ANEXOS

A1. Análisis de varianza para la variable crecimiento en área basal del periodo 2013-2018

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr>F
Modelo	6	0.00001417	0.00000236	1.22	0.3522
Error	14	0.0002706	0.00000193	—	—
total correcto	20	0.00004123	—	—	—
	R-cuadrado	Coef var	Raíz CME	Media	
	0.343674	33.59067	0.00139	0.004139	

A2. Análisis de varianza para la variable crecimiento en altura del periodo 2013-2018

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr>F
--------	----	-------------------	------------------	---------	------

Modelo	6	1.04518133	0.17419689	3.14	0.0363
Error	14	0.77605333	0.05543238		
total correcto	20	1.82123467			
	R-cuadrado	Coef var	Raíz CME	Media	
	0.573886	26.17948	0.235441	0.899333	

A3. Análisis de varianza para la variable crecimiento en diámetro de copa del periodo 2013-2018

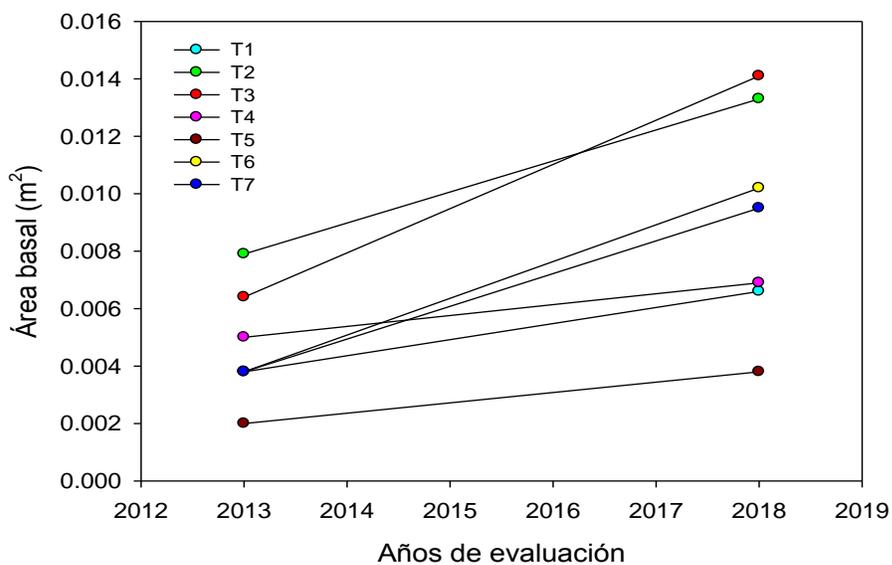
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	F-Valor	Pr>F
Modelo	6	0.81053657	0.13508943	0.76	0.6108
Error	14	2.479048	0.17707486		
total correcto	20	3.28958457			
	R-cuadrado	Coef var	Raíz CME	Media	
	0.246395	54.92483	0.420803	0.766143	

A4. Análisis de varianza para la variable crecimiento en volumen leñoso del periodo 2013-2018

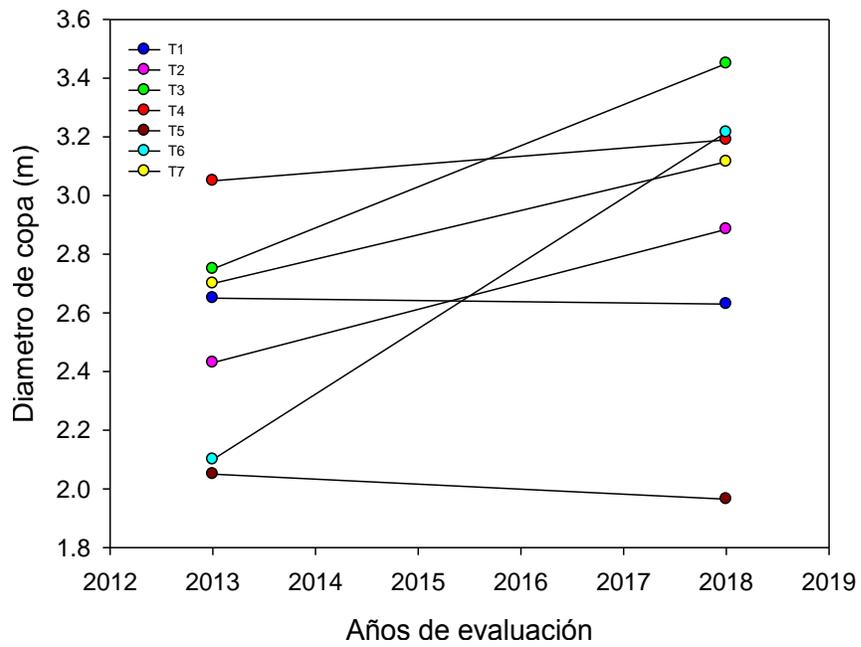
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr>F
---------------	-----------	--------------------------	-------------------------	----------------	----------------

Modelo	6	0.00044822	0.0000747	1.27	0.3298
Error	14	0.00082069	0.00005862		
total correcto	20	0.00126892			
	R-cuadrado	Coef var	Raíz CME	Media	
	0.353234	33.39948	0.007656	0.022924	

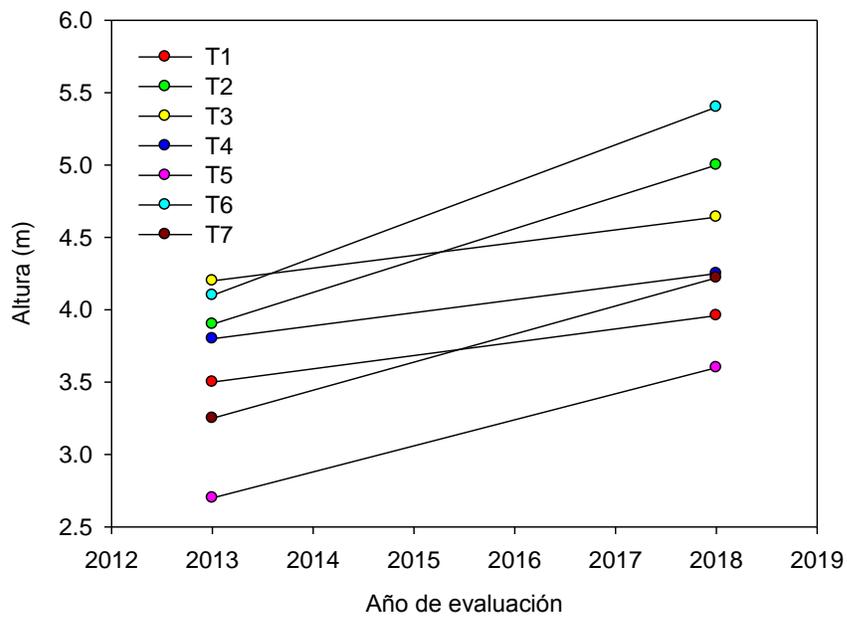
A5. Incremento en área basal para los años de evaluación 2013 al 2018, en *P. glandulosa* Torr. en Zaragoza Coahuila.



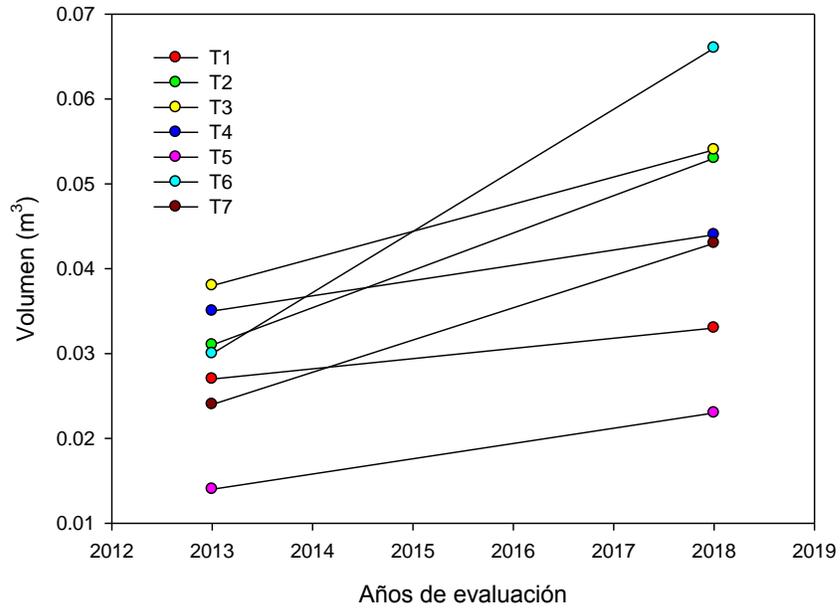
A6. Incremento en diámetro de copa para los años de evaluación 2013 al 2018, en *P. glandulosa* Torr. en Zaragoza Coahuila.



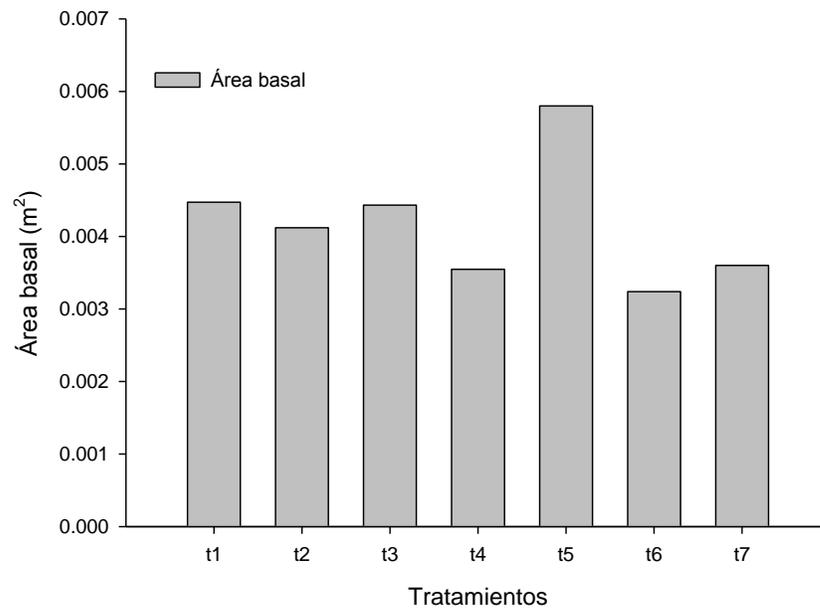
A7. Incremento en altura para los años de evaluación 2013 al 2018, en *P. glandulosa* Torr. en Zaragoza Coahuila.



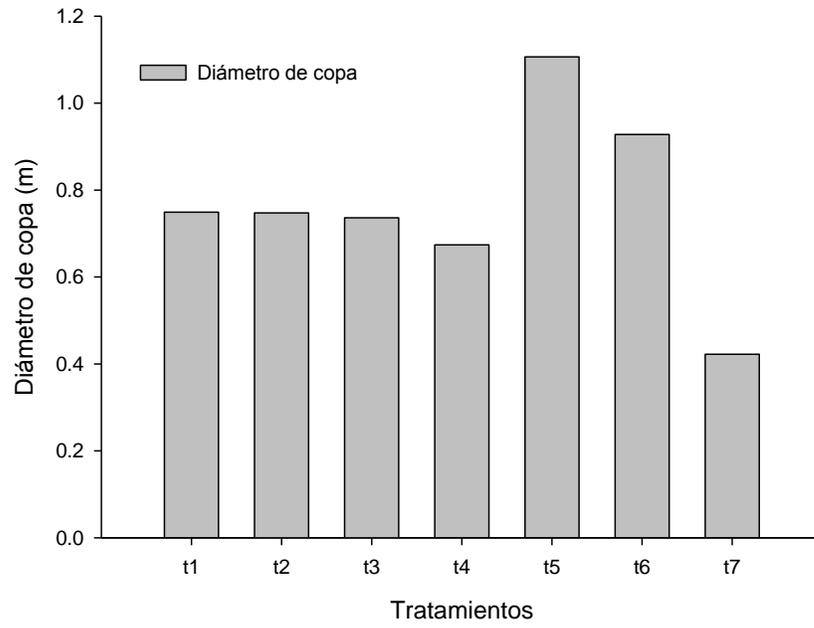
A8. Incremento en volumen leñoso para los años de evaluación 2013 al 2018, en *P. glandulosa* Torr. En Zaragoza Coahuila.



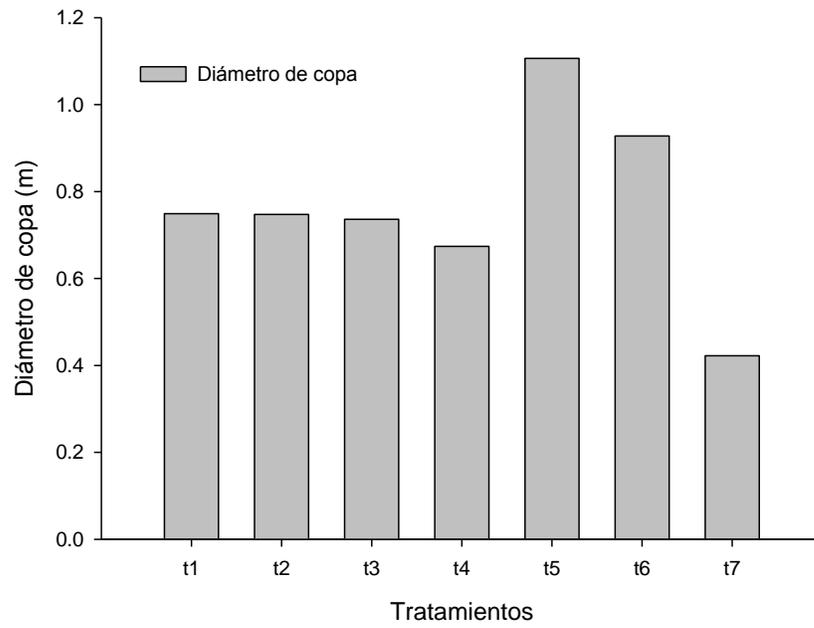
A9. Medias de crecimiento en área basal.



A9. Medias de crecimiento en diámetro de copa



A9. Medias de crecimiento en diámetro de copa



A9. Medias de crecimiento en volumen

