

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Variación en la Producción de Semillas en Dos Variedades
de *Prosopis glandulosa* en el Noreste de México

Por:

MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ BRAVO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Variación en la Producción de Semillas en Dos Variedades
de *Prosopis glandulosa* en el Noreste de México

Por:

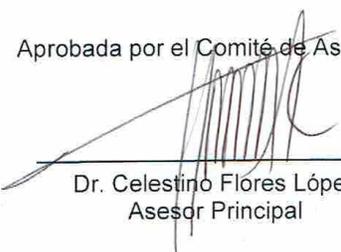
MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ BRAVO

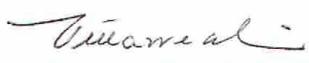
TESIS

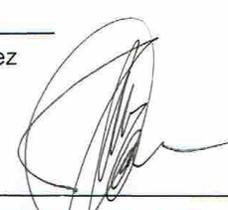
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

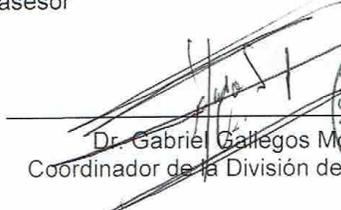
INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Celestino Flores López
Asesor Principal


Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
Coasesor


M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Motaes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

El presente proyecto de tesis es apoyado por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 38.111.3613.2122, dirigido y supervisado por el Dr. Celestino Flores López.

Dedicatoria

A mi madre

Juana Bravo Jurado, por confiar en mí y ser la inspiración para salir adelante.

A mi padre

Heriberto López Locia, por creer en mí y apoyarme en todo momento.

A mis hermanos

Erick Daniel López Bravo y Alonso Gerardo López Bravo, por apoyarme incondicionalmente y darme fuerzas para salir adelante.

A mis familiares

Por pensar siempre en prepararme para tener un mejor futuro.

Al amor de mi vida

Liliana Narváez Guillén, por apoyarme en los momentos más difíciles y pensar que podía cumplir una meta más en la vida.

A mis amigos

Porque siempre estuvieron apoyándome en los momentos más difíciles.

A todas aquellas personas que creyeron que podía ser alguien en la vida.

Agradecimientos

A dios, por haberme permitido tener salud y fortaleza para salir adelante para enfrentarme ante las situaciones adversas por las que he pasado y por ayudarme a culminar una etapa más de vida.

A mi "Alma Mater" la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme las puertas y haberme brindado la oportunidad para salir adelante y ser un profesionista.

A mis padres y hermanos la familia López Bravo, por creer que sería una persona de bien, los consejos dados, por su apoyo incondicional y sobre todo por la confianza que depositaron en mí. Este logro no es mío, es nuestro.

A mis tíos en especial Miguel López Locia y María Hernández Ramírez, por su apoyo y motivación para seguir estudiando.

A toda mi familia quienes siempre quienes me respaldaron y me alentaron para seguir adelante.

A esa persona que me brindó su amistad, cariño, paciencia, amor y apoyo en todo momento, y por estar en mi camino ayudándome a superar una etapa más, por ser tan tierna y comprensiva, por cambiar mi vida. GRACIAS MI AMOR. Te Amo Liliana Narváez Guillén.

A mi amigo del alma, casi hermano, Jonatan Omar Baez Bautista por estar apoyándome en los buenos y malos momentos durante mis estudios y de la vida, porque se siempre va estar ahí, no importa en las condiciones que estemos, por creer en mí. La familia no se escoge, se encuentra.

A mis amigos Jonatan Omar Báez Bautista, Catalina Butrón Rojas, Karla Stephanie Treviño Ruiz y Cinthia, por ofrecerme su amistad incondicionalmente.

A Lili, Jonatan, Caty, Karla, Fernando, Fernanda, Marino, Lety, Rosario, Luis Omar y demás personas que estuvieron apoyándome en campo y laboratorio para realizar el presente trabajo. Los estimo.

A mi familia durante cinco años, mis amigos de la carrera Ingeniero Forestal, por apoyarme y permitirme entrar en sus vidas, por lo buenos y malos momentos que pasamos.

Al Dr. Celestino Flores López, por haberme brindado todo el apoyo en la elaboración de mi proyecto de tesis, por ser un guía en este último escalón de formación como profesionalista, por ser un amigo más que un asesor, por su paciencia y dedicación, sin el esto no hubiera sido posible.

A mis Coasesores, el M.C. José Armando Nájera Castro y al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, por darme toda la ayuda que me ofrecieron cuando lo necesite y por la valiosa aportación en este trabajo.

A mis profesores del Departamento Forestal, en especial al maestro Salvador Valencia Manzo por haberme enseñado no solo elementos de la carrera si no a enfrentarnos en situaciones de la vida y por compartir toda la experiencia obtenida a través de los años, me llevo un poco de ustedes.

Al Ing. José Gil Cabrera, por el apoyo con material requerido para la evaluación de este trabajo de tesis, una pieza importante en la estructura del Departamento Forestal,

A esas personas que siempre estuvieron ahí guiándome por el buen camino, apoyándome incondicionalmente, para hacer de mí una persona de bien, por el esfuerzo, sacrificio y dedicación que han tenido conmigo. Sinceramente.

Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	3
1.2 Objetivo general.....	3
1.2.1 Objetivos específicos	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Taxonomía, distribución y descripción para dos variedades de <i>Prosopis glandulosa</i>	4
2.2 Aspectos ecológicos de <i>Prosopis glandulosa</i> en México.....	5
2.3 Usos del mezquite en México	5
2.4 Fenología y producción de semillas de <i>Prosopis</i> spp	6
2.5 Análisis del potencial y eficiencia en la producción de semillas.....	6
2.6 Pérdida de la producción de semillas en <i>Prosopis</i> spp.....	7
2.7 Estudios reproductivos de <i>Prosopis</i> spp.....	8
3 MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Ubicación y descripción de las áreas de estudio	10

3.2 Diseño de Muestreo.....	11
3.3 Criterios de selección y medición de arbolado.....	11
3.4 Evaluación de vainas y semillas	12
3.5 Procedimiento para obtener el potencial y eficiencia de semillas	17
3.6 Análisis estadístico	17
3.7 Estimación del número de vainas y semillas llenas en diferentes volúmenes .	18
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1 Producción de semillas	20
4.2 Relación entre variables dasométricas con variables de vainas y semillas	23
4.3 Estimación del número de vainas y semillas llenas por vainas en determinado volumen.	24
5 CONCLUSIONES.....	30
6 RECOMENDACIONES	31
7 LITERATURA CITADA.....	32
APÉNDICES.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Diferencias morfológicas entre dos variedades de <i>P. glandulosa</i> del noreste de México (Ffolliott y Jonh, 1983a; Carranza y Villarreal, 1997; James y Marshall, 1997).....	4
Cuadro 2. Trabajos reproductivos relacionados con <i>Prosopis</i> spp.....	8
Cuadro 3. Ubicación geográfica y descripción de dos localidades del noreste de México.....	10
Cuadro 4. Comparación de medias en el potencial de semillas (PS) y eficiencia de semillas (ES) para dos variedades de <i>Prosopis glandulosa</i>	20
Cuadro 5. Pérdida de semillas en dos variedades de <i>Prosopis glandulosa</i>	21
Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson entre las características dasométricas de árboles con vainas y semillas de <i>P. glandulosa</i> var. <i>torreyana</i>	26
Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre las características dasométricas de árboles con vainas y semillas de <i>P. glandulosa</i> var. <i>glandulosa</i>	27
Cuadro 8. Número de vainas y semillas llenas que existen en determinado volumen.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Medición de longitud de vaina.....	12
Figura 2. Medición de grosor de vaina.	13
Figura 3. Medición de ancho de vaina.....	13
Figura 4. Medición del largo de estípite de la vaina.	14
Figura 5. Medición del largo del ápice de la vaina.....	14
Figura 6. Representación de la medición de la curva de la vaina con respecto a la recta.	15
Figura 7. Clasificación de semillas, semillas llenas (a), semillas vanas (b) y semillas dañadas por insectos (c).	15
Figura 8. Medición de grosor de semilla.....	16
Figura 9. Medición de ancho de semilla.	16
Figura 10. Medición de largo de semilla.....	17
Figura 11. Potencial de semillas (PS) y eficiencia de semillas (ES) para dos variedades de <i>Prosopis glandulosa</i> del noreste de México.....	22
Figura 12. Diagrama de dispersión y ajuste de datos para la variedad <i>torreyana</i>	29
Figura 13. Diagrama de dispersión y ajuste de datos para la variedad <i>glandulosa</i> ...	29

RESUMEN

El género *Prosopis* es una especie característica de las zonas áridas y semiáridas, en México se reportan alrededor de nueve, siendo *Prosopis glandulosa* la de mayor distribución al noreste, ésta presenta dos variedades la *glandulosa* y *torreyana*. Este recurso es de vital importancia para los habitantes de estas zonas, debido a los beneficios ecológicos y económicos que proporciona. El uso irracional que este recurso que ha tenido en los últimos años ha provocado que las poblaciones se reduzcan, teniendo como consecuencia menor número de individuos nuevos. En este trabajo se llevó a cabo el análisis del potencial y eficiencia de semillas en dos variedades de *Prosopis glandulosa* del noreste de México, la variedad *torreyana* ubicada en San Gertrudis Nuevo León y la *glandulosa* en el Higo Ramos Arizpe Coahuila, además se relacionaron las variables dasométricas de árboles con las de vainas y semillas para cada una de las variedades, también se estimó el volumen de vainas y semillas empleando la teoría del xilómetro. Los resultados obtenidos demuestran que no existe diferencia significativa en el potencial de semilla entre variedades, siendo esto lo contrario para la eficiencia de semillas la variedad *glandulosa*, presentó menor número de semillas vanas y dañadas por insectos y mayor número de semillas llenas. Existen relaciones positivas y negativas entre variables de árboles con variables de vainas y semillas, para la variedad *torreyana* se encontró que entre mayor densidad de árboles mayor es el número de semillas llenas, también entre mayor longitud de copa y volumen en los árboles menor semillas llenas y menor es el grosor de éstas, por otro lado la variedad *glandulosa* presentó que a mayor altura, área basal, longitud y volumen de copa, mayor es el daño por insectos, además que entre mayor densidad, altura, longitud de copa y área basal, menor es el ancho de vainas, grosor de semillas y semillas llenas. Para el volumen de vainas y semillas se encontró que para obtener un kilogramo de semillas de la var. *torreyana* es necesario coleccionar un volumen aproximado de 45 litros de vainas, mientras que para la *glandulosa* se coleccionaría un volumen aproximado de 25 litros de vainas.

Palabras clave: *Prosopis glandulosa*, variedades, producción de semillas, volumen de vainas y semillas.

ABSTRACT

The genus *Prosopis* is a characteristic species of arid and semiarid lands, Mexico has nine species, *Prosopis glandulosa* being the most widely distributed presenting two varieties *glandulosa* and *torreyana*. This resource is vital for the inhabitants of these areas, because the ecological and economic benefits provided. Irrational use this resource has detrimental effects in the populations. This work analysis the potential efficiency of seed in two varieties in northeastern Mexico, the variety *torreyana* located in San Gertrudis Nuevo Leon and *glandulosa* in Higo, Ramos Arizpe, Coahuila. The tree variables with pod and seed are related to each of the varieties, the volume of pods and seeds are also estimated using the theory of xylometer. The results show that there is no significant difference in the potential seed variety between varieties on the contrary to the efficiency of seeds was higher in the firs than in the *glandulosa* variety, the latter having fewer empty seeds and insect damage and increased number of filled seeds. There are positive and negative relationships between tree variables with pod and seed variables, for the *torreyana* variety it was found that the higher the density of trees, the greater the number of seeds filled, also the greater the length of the canopy and the volume in the trees, the smaller seeds filled and smaller is the thickness of these, on the other hand the *glandulosa* variety showed that the higher the height, the basal area, the length and the cup volume, the greater the damage by insects, as well as the higher density, height, crown length and basal area , smaller is the width of pods, thickness of seeds and full seeds. For the volume of pods and seeds it was found that for one kilogram of seeds var. *torreyana* must be collected a volume about 45 liters of pods while *glandulosa* would be collected a volume about of 25 liters of pods.

Keywords: *Prosopis glandulosa*, varieties, seed production, volume of pods and seeds.

1 INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente el 40% del territorio en México, estas son conocidas por la escasa precipitación, las temperaturas extremas y la gran variedad de vegetación que presentan, como es el matorral micrófilo, rosetófilo y espinoso, además de los mezquiales, este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de *Prosopis* spp. con una extensión aproximada de 25,164 km², lo cual representa el 1.28% de la superficie del país, este tipo de vegetación se encuentran en áreas fragmentadas y en grandes manchones, principalmente (Cervantes-Ramírez, 2005; Jiménez-Valdés *et al.*, 2005; Rzedowski, 2006).

Cabe señalar que el mezquite pertenece al género *Prosopis*, el cual incluye 42 especies en el continente Americano, para México se reportan alrededor de nueve con extensa distribución en estas zonas, extendiéndose hacia el centro y norte principalmente. Siendo *P. glandulosa* la de mayor distribución en el noreste de México, está presente con dos variedades bien diferenciadas *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* (Apéndice 1) y *P. glandulosa* var. *torreyana* (benson) M.C. Johnst (Apéndice 2) (Gómez *et al.*, 1970; Burkart, 1976; Rzedowski, 1988; Frías-Hernández, 2000; Palacios, 2006).

Además se distinguen por ser árboles o arbustos de hasta 10 m de altura, con raíces profundas y superficiales; tallos y ramas espinosas que presenta hojas bipinadas y su fruto es una vaina amarilla y/o violácea linear o curva, esta planta sirve tanto para la fauna silvestre como para el hombre, debido a que se pueden aprovechar todas las partes de la misma. Por tanto esta planta se caracteriza por ser una especie muy importante para los habitantes de estas zonas, debido a los beneficios económicos y ecológicos que proporciona. Las poblaciones de este recurso de vital importancia se han reducido, debido a cambios de uso de suelo y al uso irracional que se le ha dado en los últimos años, lo cual ha tenido como consecuencia menor número de individuos nuevos (Maldonado-Aguirre y De la Garza, 2000; Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014).

Es por ello que para mitigar la pérdida de este recurso, es necesario recurrir al establecimiento de plantaciones y con ello surge la necesidad de contar con suficientes semillas y de la mejor calidad posible. Esta planta se utiliza en programas de reforestación por ser una especie bien adaptada a condiciones adversas. El éxito de los programas de reforestación depende de la colecta, sin embargo esta se lleva a cabo comúnmente de los árboles con características inferiores. Para lograr una buena reforestación, además de la calidad fenotípica del arbolado se requiere de la planeación anticipada para la colecta de frutos (Daniel *et al.*, 1982; Niembro, 1995a; Alanís-Flores y González-Alanís, 2003; Meza y Merlín, 2009).

Por lo que se refiere a la planeación de colecta de frutos la principal problemática que se tiene es la falta de conocimientos que proporcionan la cantidad y calidad de semillas que puede haber por frutos, lo cual repercute en el costo para la colecta, respectivamente. Una metodología que se ha utilizado para estimar la producción de semillas es el análisis del potencial y eficiencia de frutos y semillas la cual se ha llevado a cabo en coníferas, principalmente. Este tipo de análisis también se ha empleado en frutos de especies tropicales y de zonas áridas, sin embargo se pretende adecuar para vainas de mezquite (Daniel *et al.*, 1982; Niembro, 1995a; Bramlett *et al.*, 1977; Treviño-Ruiz, 2016).

Así pues, dada la importancia del mezquite en la zonas áridas y semiáridas de México y debido a la falta de información de estudios con respecto a la evaluación del germoplasma y la producción de vainas y semillas, el propósito del presente trabajo es llevar a cabo la comparación de la producción de semillas de dos variedades de *Prosopis glandulosa* en el noreste de México, la variedad *torreyana* de San Gertrudis, Dr. Arroyo, Nuevo León y la var. *glandulosa* del Higo Ramos Arizpe, Coahuila, proponiendo una adecuación de la metodología de Bramlett *et al.* (1977) para vainas, además se pretende estimar la cantidad de vainas y semillas llenas que existen por volumen, así como estimar la relación que tiene la producción de semillas respecto a variables dasométricas de los árboles y variables de frutos y semillas para ambas variedades.

1.1 Hipótesis

H₁: No existen diferencias en el potencial y eficiencia de semillas entre *Prosopis glandulosa* Torr. var. *torreyana* (Benson) I.M Johnst de San Gertrudis, Dr. Arroyo, Nuevo León y *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* de El Higo, Ramos Arizpe, Coahuila.

H₂: No existe relación de las variables dasométricas de árboles con respecto a variables de vainas y semillas para cada una de las dos variedades de *Prosopis glandulosa*.

1.2 Objetivo general

Comparar la producción de semillas entre *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* de Coahuila y *P. glandulosa* Torr. var. *torreyana* (Benson) I.M Johnst de Nuevo León.

1.2.1 Objetivos específicos

Evaluar y comparar el potencial y eficiencia de semillas entre dos variedades de *Prosopis glandulosa* del noreste de México.

Analizar la pérdida en producción de semillas para dos variedades de *P. glandulosa*.

Estimar la relación que existe entre las variables dasométricas de los árboles con respecto a las variables morfométricas de vainas y semillas entre ambas variedades de *P. glandulosa*.

Estimar la cantidad de vainas y semillas que existen por volumen para cada una de las dos variedades de *P. glandulosa* del noreste de México.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía, distribución y descripción para dos variedades de *Prosopis glandulosa*

El mezquite pertenece a la clase Dicotiledoneae, a la familia Fabaceae, subfamilia Mimosaceae y al género *Prosopis*, con 42 especies en el continente Americano, entre estas se mencionan nueve para México, las cuales a continuación se mencionan, *Prosopis articulata*, *P. velutina*, *P. reptans*, *P. pubescens*, *P. palmeri*, *P. tamaulipana*, *P. juliflora*, *P. leavigata* y *Prosopis glandulosa*, esta última presenta una amplia distribución en el noreste del país (Burkart, 1976; Rzendowski, 1988; Carranza y Villarreal, 1997; Maldonado-Aguirre y De la Garza, 2000).

En particular para *P. glandulosa* se reportan dos variedades, la variedad *glandulosa*, en México se encuentra en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, también se distribuye en Texas y suroeste de E.U.A; mientras tanto la var. *torreyana* (benson) M.C. Johnst., se localiza en Baja California, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas y suroeste de E.U.A., estas variedades presentan diferencias morfológicas, principalmente (Cuadro 1, Apéndices 1 y 2) (Burkart, 1976; Rzendowski, 1988; Carranza y Villarreal, 1997; Maldonado-Aguirre y De la Garza, 2000; Cervantes-Ramírez, 2005).

Cuadro 1. Diferencias morfológicas entre dos variedades de *P. glandulosa* del noreste de México (Ffolliott y John, 1983a; Carranza y Villarreal, 1997; James y Marshall, 1997).

<i>P. glandulosa</i> var. <i>glandulosa</i>	<i>P. glandulosa</i> var. <i>torreyana</i> (benson) M.C. Johnst.,
Foliolos glabros de 30 a 45 mm de largo, 8 a 15 veces más largos que anchos y en 6-15(-17) pares por pina, distancia entre foliolos de 7-18 mm de longitud; peciolo y raquis extendidos de 2-15 cm de longitud; cáliz de 1 mm de longitud; inflorescencia en espigas de 3 a 7 cm de longitud, pedunculadas amarillo crema-verdoso.	Foliolos ligeramente pubescentes en el borde de 15 a 25 mm de largo, 5 a 8 veces más largos que anchos y de 10 a 15 pares por pina. Distancia de 5-8 mm entre foliolos; peciolo y raquis extendidos de 1-8 cm de longitud; cáliz pubescente de 1 mm de longitud; inflorescencia espigas de 2-9 cm de longitud; pedúnculo pubescente.

2.2 Aspectos ecológicos de *Prosopis glandulosa* en México

La importancia del mezquite radica en el papel que juega en el medio ambiente ya que sirve de refugio y alimento para la fauna silvestre, recupera terrenos degradados por su vasto sistema radicular, debido a que evita la erosión del suelo asimismo tiene la capacidad de fijar nitrógeno, mejorando la fertilidad de este, además mejora la belleza del paisaje (Gómez *et al.*, 1970; Alanís-Flores y González-Alanís, 2003; Cervantes-Ramírez, 2005).

Se distingue también por ser una especie tolerante a altas temperaturas y escasa precipitación ya que se localiza en zonas que van de 20 a 29°C, con precipitaciones que oscilan entre 350 y 500 mm anuales, crece mayormente en llanuras y bajíos, sobre suelos profundos, primordialmente. Las principales asociaciones en que se encuentra al mezquite son el matorral rosetófilo, espinoso y micrófilo, estos son dominantes en áreas de mezquiales y huizachales, así también en algunos lugares crece en conjunto con pastizales (Maldonado-Aguirre y De la Garza, 2000; Gómez-Lorence, 2011).

2.3 Usos del mezquite en México

El mezquite se considera uno de los recursos más valiosos para los habitantes de zonas áridas y semiáridas, debido a la gran variedad de usos que este proporciona, se utiliza como combustible para uso doméstico y para la elaboración de carbón especialmente, para la elaboración de muebles, parket y artesanías por su madera de excelente calidad; los frutos son empleados como forraje para ganado y alimento para el consumo humano (Maldonado-Aguirre y De la Garza, 2000; Jiménez-Valdés *et al.*, 2005).

Asimismo, existen otros usos que se le dan a este recurso, como postes para cercos, resinas, tinturas, la flor para la apicultura, medicinal y la goma que se asemeja a la goma arábiga la cual se emplea en la industria alimentaria, cabe resaltar que esta planta es utilizada en programas con fines de reforestación debido a la capacidad que tienen para adaptarse a las condiciones adversas del terreno (Cervantes-Ramírez, 2005).

2.4 Fenología y producción de semillas de *Prosopis* spp

La producción de flores y frutos en *Prosopis* varía significativamente de un año a otro, dentro y entre poblaciones, la polinización juega un papel muy importante en la producción de frutos ya que es esta da paso a la floración, la cual ocurre poco tiempo después de la explosión de las yemas, al principio de la primavera. Las inflorescencias aparecen enseguida que los árboles se reactivan. Los frutos requieren aproximadamente tres meses para madurar y están expuestos a fuertes ataques de insectos (Ffolliott y John, 1983a).

El fruto es una vaina indehisciente que puede ser larga y derecha o corta y enroscada, según la especie, estas varían en dimensiones ya que de largo están entre 3 y 30 cm, tienen aproximadamente de 13 a 20 semillas, las cuales tiene alrededor de 3 a 7 mm de largo, 3 a 4 mm de ancho y 2 a 3 mm de espesor. Son por lo general lustrosas, de color marrón claro. Estas se extraen del fruto de manera mecánica y mecánico-químico, la colecta de este fruto se lleva a cabo desde el mes de agosto y en adelante para México, principalmente (Ffolliott y John, 1983b).

Un árbol medio de *Prosopis chilensis* produce aproximadamente 19,000 semillas durante una sola estación productiva; en *P. flexuosa* en Argentina arrojó como resultado una producción de aproximadamente 80,000 semillas; *P. velutina* en el suroeste de Estados Unidos de Norteamérica rindió 142,000 semillas (Solbrig y Cantino, 1975, Ffolliott y John, 1983b; Galera, 2000).

2.5 Análisis del potencial y eficiencia en la producción de semillas

En México los estudios para el análisis de la producción de semillas se han realizado comúnmente en especies de coníferas utilizando la metodología de Bramlett *et al.* (1977), la cual se expresa en potencial y eficiencia de semillas; definiendo el potencial de semillas como el número máximo de semillas que los frutos son capaces de producir. Mientras que la eficiencia de semillas se describe como la cantidad de semillas llenas en relación al potencial de semillas (Flores-López *et al.*, 2005).

Además en este análisis se evalúan las características de frutos y semillas como largo, ancho, grosor y peso de fruto, número de semillas llenas, vanas y abortadas y dañadas por insectos, sin embargo esta metodología que se utiliza en frutos y semillas de coníferas, principalmente, pero se ha ajustado para frutos y semillas de especies tropicales, tal como lo es *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, así como en *Yucca* spp. una especie de zonas áridas y semiáridas de México, esta metodología se pretende adaptar para el análisis de frutos y semillas de mezquite (Niembro, 1995a y b; Salazar, 1995; Mosseler *et al.*, 2000; Treviño-Ruiz, 2016).

2.6 Pérdida de la producción de semillas en *Prosopis* spp

Esta planta es muy susceptible a recibir daños por plagas y enfermedades siendo las primeras las de mayor incidencia, lo que ocasiona un daño severo en diversas partes del árbol tales como área foliar, tronco, ramas, frutos y semillas, estas son utilizadas como fuente de alimento y reproducción, significando pérdidas económicas importantes en madera, así como en la reducción de la producción de frutos y semillas debido al ataque por estos insectos (Valdez-Madrigal, 2014).

Tanto es el daño que causa esta plaga que se han llevado diversos estudios donde muestran las especies de insectos que afectan a los árboles del género *Prosopis*, como el aportado por Flores-Flores (2005) y Valdez-Madrigal (2014), describiendo los principales insectos que atacan a *Prosopis glandulosa* en el estado de Coahuila. Estos insectos que se alimentan con frutos y semillas de *Prosopis*, están divididos en dos grupos los que se alimentan desde afuera y desde adentro; los que se alimentan desde afuera son adultos y ninfas de hemípteros y larvas de lepidópteros, los que se alimentan internamente incluyen larvas de lepidópteros y coleópteros de las familias *Curculionidae*, *Cerambycidae* y *Brucides*. Entre estos los gorgojos y los brugos constituyen a la larga las plagas más importantes (Johnson, 1983).

Otro insecto que daña a esta planta es la chinche patifoliada, *Mozena obtusa* Uhler en Texas, esta plaga comienza su actividad a principios de la primavera y se mantiene activa hasta agosto. Los daños por este insecto al mezquite alcanzaban pérdidas de hasta el 50% de la producción potencial de frutos.

Además se encontró que el aborto de vainas inmaduras de *P. glandulosa* variaba entre el 33% y el 89% cuando eran comidas por estas chinches. *Scutobruchus ceratioborus* destruyó el 26% de las semillas de *P. flexuosa* y el 90% de las de *P. chilensis* en Argentina afectando la producción de frutos. Los daños pueden cambiar significativamente entre árboles, debido a variaciones genéticas siendo resistentes a climas y plagas, a variación a los lugares donde se encuentre el arbolado y ubicación de las vainas en el dosel (Johnson, 1983).

2.7 Estudios reproductivos de *Prosopis* spp.

Debido al potencial que tiene el mezquite ha sido objeto de estudio en los últimos años, no obstante estos trabajos están más enfocados en aspectos de morfología, adaptaciones reproductivas, germinación y viabilidad de semillas, así como plagas que dañan a este, pocos son los estudios que se tienen para estimar la producción de frutos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Trabajos reproductivos *relacionados con Prosopis* spp.

Autor (es), año	Estudio en <i>Prosopis</i> spp
Smith y Ueckert (1974)	Influencia de los insectos en la producción de semillas de mezquite.
Solbrig y Cantino (1975)	Adaptaciones reproductivas en <i>Prosopis</i> .
Johnson (1983)	Manual sobre insectos que infestan la semilla de <i>Prosopis</i> .
Galindo-Almanza <i>et al.</i> (1992)	Potencial de hibridación natural en el mezquite (<i>Prosopis leavigata</i> y <i>P. glandulosa</i> var. <i>torreyana</i> Leguminosae) de la altiplanicie de San Luis Potosí.
Corona-Caustera <i>et al.</i> (2000)	Análisis químico proximal de la vaina de mezquite (<i>P. glandulosa</i> var. <i>torreyana</i>) en árboles podados y no podados, en diferentes etapas de fructificación.
Galera (2000)	Las especies del género <i>Prosopis</i> (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico.
Mazzuferi (2000)	Plagas en <i>Prosopis</i> .
Salas-Araiza <i>et al.</i> (2001)	Contribución al estudios de los brúquidos (insecta: Coleóptera) asociados a Fabaceas arbustivas.
Juárez-Argumedo <i>et al.</i> (2001)	Escarificación de semillas de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>) para aumentar la eficiencia de germinación.

Cuadro 2. Trabajos reproductivos relacionados con *Prosopis* spp continuación.

Autor (es), año	Estudio en <i>Prosopis</i> spp
Solorio <i>et al.</i> (2004)	Evaluación de daños por gorgojo (<i>Agarobius Prosopis</i> Leconte en vainas de mezquite (<i>Prosopis</i> spp.) de la comarca lagunera.
López-Franco <i>et al.</i> (2006)	Goma de mezquite: Una alternativa de uso industrial.
Méndez-González <i>et al.</i> (2007)	Características dimensionales y modelos para estimar la producción de vainas en <i>Prosopis glandulosa</i> var. <i>torreyana.</i> , en una región de Mexicali Baja California, México.
Ansley <i>et al.</i> (2007)	Mezquite distribución de la raíz y el uso y eficiencia del agua en respuesta a las manipulaciones de humedad del suelo a largo plazo.
Carrillo-Flores <i>et al.</i> (2007)	Efecto de poda sobre potencial productivo de mezquites nativos de la comarca lagunera, México.
Verga <i>et al.</i> (2009)	Caracterización morfológica de los algarrobos (<i>Prosopis</i> sp.) en la regiones fitogeográficas de Chaqueña y Espinal norte de Argentina.
Aubeterre <i>et al.</i> (2012)	Insectos plaga en vainas de <i>Acacia tortuosa</i> y <i>Prosopis juliflora</i> para consumo animal en las zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela.
Vallejo-Valadez <i>et al.</i> (2012)	Potencial productivo y cambio de usos de suelo en poblaciones de mezquite (<i>Prosopis</i> spp.) del Centro-Norte de México.
Cruz-García (2013)	Regeneración asexual de mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.) por rebrotes de tocón en poblaciones naturales del norte de Coahuila.
Villarreal-Garza <i>et al.</i> (2013)	Caracterización morfométrica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México.
Valdez-Madriral (2014)	Identificación de patógenos en <i>Prosopis glandulosa</i> en la región del sureste de estado de Coahuila.
Luna-Castañón (2014)	Variabilidad morfológica y genética del mezquite <i>Prosopis leavigata</i> (Humb. y Bonpl. ex Willd.) en el estado de Aguascalientes.
Solís-Roblero (2015)	Descripción de la producción de vaina en la huerta de mezquite (<i>Prosopis</i> spp) San Pedro, Coahuila.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción de las áreas de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en dos localidades de *Prosopis glandulosa* del noreste de México (Cuadro 3), la primera localizada en San Gertrudis Dr. Arroyo, Nuevo León con la variedad *torreyana* (benson) M.C. Johnst., y la segunda ubicada en El Higo Ramos Arizpe, Coahuila con la variedad *glandulosa*.

Cuadro 3. Ubicación geográfica y descripción de dos localidades del noreste de México.

Características	San Gertrudis Dr. Arroyo, N. L.	El Higo Ramos Arizpe, Coah.
Ubicación geográfica	N 23° 49' 55" W 100° 08' 50"	N 25° 44' 2" W 101° 02' 23"
Altitud (msnm)	1857	1100
Hidrología	Región: El Salado (RH37) Cuenca: Sierra Madre Oriental (RH37A) Subcuenca: Santa Ana (RH37Aa)	Región: Bravo Conchos (RH24) Cuenca: R. Bravo-san Juan (RH24B) Subcuenca: R. San Miguel (RH24Be)
Fisiografía	Sierras y Llanuras occidentales	Llanuras y mesetas
Geología	Cretácico superior, rocas sedimentarias marinas, predominantemente arcillosas (lutitas, limolitas y calizas arcillosas)	Cretácico superior, jurásico superior, sedimentos de materiales marinos (lutitas, areniscas)
Edafología	Suelo xerosol	Suelo Yermosol háplico
Clima	Temperatura media anual: 18-20 °c Precipitación: 400-500 mm Fórmula climática: BSohw	Temperatura media anual: 12-23 °c Precipitación: 20-250 mm BWhw
Vegetación	Mezquital y huizachal, matorral xerófilo y pastizal	Matorral, mezquital, chaparral, vegetación halófito y pastizal

Fuente: INEGI (2010a, b, c, d y e).

3.2 Diseño de Muestreo

Se realizó un muestreo selectivo en transecto para las dos localidades dejando una distancia de al menos 100 m entre árboles muestreados, la primer localidad se ubicó en San Gertrudis Dr. Arroyo, N. L. con un tamaño de muestra de 35 árboles, y la segunda en El Higo Ramos Arizpe, Coahuila., con la cantidad de 32 individuos, con ayuda de un Geoposicionador Satelital (GPS), marca Garmin, se georeferenciaron cada uno de los individuos muestreados en ambas localidades y se tomaron datos de variables dasométricas, así también se colectaron de 100 a 200 vainas por árbol y se colocaron en una bolsa de papel.

3.3 Criterios de selección y medición de arbolado

Para la selección de individuos se consideraron características fenotípicas como ejemplares bien formados, con menor presencia de heno y muérdago y con una producción por lo menos de 100 vainas por árbol, además se consideró dejar una distancia aproximada de 100 m entre árboles con la finalidad de no obtener frutos de árboles cercanos por el parentesco.

Una vez localizadas las áreas de estudio se seleccionaron los mejores árboles identificándolos con pintura, para obtener de cada individuo longitud de copa, diámetro de copa mayor y menor utilizando una cinta métrica de 30 m; altura total con ayuda de un Hipsómetro Haga; diámetro del fuste, el diámetro basal de árboles mayores a 2.5 cm de la misma especie en un radio de 12.61 m, correspondiente a un sitio de 500 m² así como el diámetro a la base, a 0.30 y a 1.30 m con la ayuda de una forcípula para la localidad San Gertrudis; para la variedad *glandulosa* en la localidad El Higo debido a las diferencias morfológicas de los árboles se midió el diámetro basal del árbol muestra y el diámetro basal de árboles mayores a 2.5 cm la misma especie en un radio de 12.61 m correspondiente a un sitio de 500 m². Para la colecta de frutos se utilizó una bolsa de papel marcado con una clave de identificación.

Las variables como diámetro mayor y menor de copa se utilizaron como diámetro de copa promedio para multiplicarlas por longitud de copa con la finalidad de obtener un volumen de copa, también para obtener el volumen de los árboles se tuvo que combinar las variables altura con diámetro basal

3.4 Evaluación de vainas y semillas

Considerando una muestra al azar de 30 vainas por árbol se tomaron como referencia 10 vainas de la parte superior, 10 de la parte media y 10 de la parte inferior de la bolsa de papel, seleccionando y separando frutos completos para la evaluación de estos, de las cuales se seleccionó una muestra aleatoria de 10 vainas las cuales se marcaron para su examinación.

Después cada vaina marcada se midió el largo con ayuda de un hilo de cáñamo y de una regla graduada en cm (Figura 1); el ancho y grosor con vernier graduado en mm (Figuras 2 y 3), las mediciones se tomaron de la parte más gruesa del fruto; se midió el largo del estípite y el ápice de la vaina con vernier (Figuras 4 y 5); la curvatura con respecto a la recta con una regla (Figura 6) y se contó el número de semillas por vaina y constricciones por fruto , por último se obtuvo el peso de 100 vainas por árbol (Figura 7).



Figura 1. Medición de longitud de vaina.



Figura 2. Medición de grosor de vaina.



Figura 3. Medición de ancho de vaina.



Figura 4. Medición del largo de estípite de la vaina.



Figura 5. Medición del largo del ápice de la vaina.

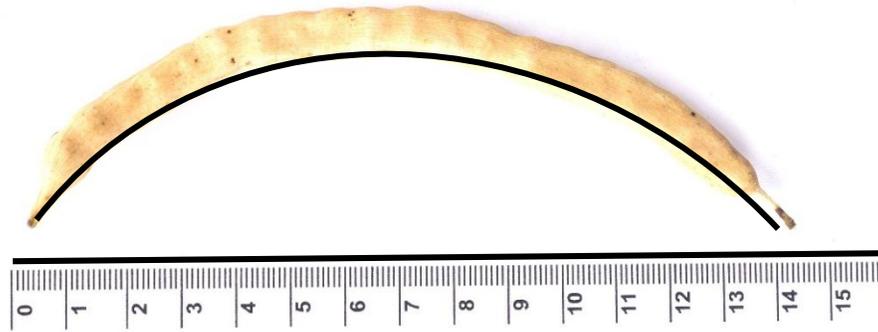


Figura 6. Representación de la medición de la curva de la vaina con respecto a la recta.

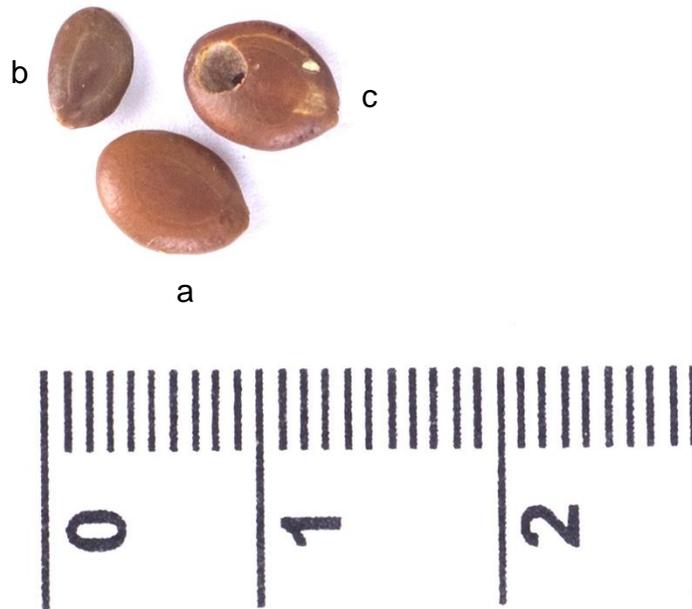


Figura 7. Clasificación de semillas, semillas llenas (a), semillas vanas (b) y semillas dañadas por insectos (c).

Posteriormente de forma manual se separó la semilla del fruto evaluado y se contabilizaron las semillas, agrupando las completas (llenas) de las incompletas (dañadas por insectos, vanas y abortadas); se midió el ancho, grosor y largo de una semilla por fruto (Figuras 8, 9 y 10), además se contó el número de semillas desarrolladas por fruto sumando las llenas, dañadas por insectos y vanas. El mismo procedimiento se realizó para cada uno de los frutos seleccionados de las dos variedades.



Figura 8. Medición de grosor de semilla.



Figura 9. Medición de ancho de semilla.



Figura 10. Medición de largo de semilla.

3.5 Procedimiento para obtener el potencial y eficiencia de semillas

Para obtener el potencial de semillas (PS) se sumó el número de semillas por vaina y el número de constricciones teniendo en cuenta que el número de semillas llenas, dañadas por insectos, vanas, abortadas y semillas abortadas por constricciones es el número máximo de semillas que puede producir un fruto; mientras que para obtener la eficiencia de semillas en porcentaje (ES) se dividió el número de semillas llenas entre el potencial de semillas, multiplicando por cien el resultado (Niembro, 1995a y b; Bramlett *et al.*, 1977).

3.6 Análisis estadístico

Se realizaron histogramas para observar la tenencia de los datos obtenidos del potencial y eficiencia de semillas de ambas variedades, dando como resultado una distribución normal para potencial de semillas (PS), no siendo igual para la eficiencia de semillas (ES), por lo cual se tuvieron que transformar los datos utilizando el procedimiento arcoseno y raíz cuadrada de eficiencia de semillas sin porcentaje, generando con este procedimiento una variable transformada y normal (Steel y Torrie, 1998).

Por consiguiente con apoyo del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1, se realizó un análisis de varianza con arreglo anidado Kuehl

(2001), para la variable transformada y no transformada, con la finalidad de detectar diferencias en el potencial y eficiencia de semillas entre las dos variedades de *Prosopis glandulosa*. Utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + p_j + a_{k(j)} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = es el valor de la característica,

μ = es la media poblacional,

p_j = es el efecto de la j-ésima poblaciones,

$a_{k(j)}$ = es el efecto del k-ésimo árbol dentro de la población y

ε_{ijkl} = es el error experimental.

Además con ayuda del programa Excel versión 2013, se graficó la producción de semillas por medio de semillas llenas (SLL), semillas Dañadas por Insectos (SDI) y número de semillas vanas (SV), entre variedades, con la finalidad de una mejor interpretación de los resultados. Finalmente en el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1 mediante el procedimiento PROC CORR se realizó una correlación entre las variables dasométricas de árboles y variables de vainas y semillas de las dos variedades de *Prosopis glandulosa*.

3.7 Estimación del número de vainas y semillas llenas en diferentes volúmenes

La estimación del volumen de vainas y semillas se llevó a cabo tomando en cuenta la teoría del xilómetro forestal, sumergiendo vainas en un litro de agua y contabilizando el número de vainas que caben en este, con un total de dos repeticiones por árbol para ambas variedades. Posteriormente con ayuda de una báscula graduada en gramos se pesaron cincuenta semillas por árbol para las dos poblaciones el resultado arrojado se dividió entre cincuenta para obtener el peso de una semilla, de los datos obtenidos se realizó una regresión lineal simple con el modelo siguiente:

$$Y = a + b(x) + e_i$$

Donde:

Y = variable dependiente,

a = parámetros de la población,

b = parámetros de la muestra y

x = variable independiente.

e_i = error del modelo

Con los promedios de las variables largo de vaina y ancho de vaina con número de semilla llenas por vaina (Apéndice 4), teniendo como resultado de la regresión un ajuste al número de semillas llenas, para posteriormente multiplicar ese resultado con el peso de una semilla llena, obteniendo con esto un cuadro con el número de vainas, de semillas llenas y el peso por el número de semillas llenas que existen en un litro aproximadamente, haciendo una estimación hasta en cincuenta litros.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Producción de semillas

Por medio del análisis de vainas de mezquite no se observaron diferencias significativas en el potencial de semillas entre ambas variedades, siendo esto lo contrario para la eficiencia de semillas, ya que para la variedad *torreyana* el potencial de semillas promedio se encontró con un valor de 19.20 semillas y una eficiencia de semillas del 57.13%, mientras que para la variedad *glandulosa* presentó el potencial promedio de 20.20 semillas por vaina y una eficiencia del 79.46%, siendo esta última la de mayor valor (Cuadro 4, Figura 11).

Cuadro 4. Comparación de medias del potencial de semillas (PS) y eficiencia de semillas (ES) para dos variedades de *Prosopis glandulosa*.

Variable	Medias		Pr > F
	Var. <i>torreyana</i>	Var. <i>glandulosa</i>	
PS	19.20 a	20.20 a	<0.0761ns
ES (%)	57.13 b	79.46 a	<0.0001**

**Diferencia significativa ($P < 0.01$); ns: no significativo ($P < 0.05$);

La cantidad de semillas depende de la cantidad de frutos y estos a su vez dependen de una buena polinización Ffolliott y John (1983b) mencionan que la polinización juega un papel importante en la producción de frutos ya que es en esta etapa es donde se decide si una producción de frutos será buena o mala, si lo segundo ocurre los frutos no alcanzarán a desarrollarse por completo teniendo como resultado semillas abortadas y vanas, una polinización inadecuada puede reducir considerablemente la producción de frutos.

Estudios realizados en coníferas demuestran que la polinización ineficiente y el ataque de insectos pueden disminuir significativamente la cantidad de semillas potenciales y producidas. Otros factores que pueden perjudicar la producción de

semillas son los factores fisiológicos del árbol además de los climáticos como heladas, granizo etc. (Zavala-Chávez *et al.*, 1996; Márquez-Ramírez, 2007).

Como se muestra en los resultados la producción de semillas se ve afectada drásticamente por insectos, principalmente (Cuadro 5), tal como lo estudió Aubeterre *et al.* (2012), en *P. juliflora* obteniendo un rango entre 3.42% y 24.82% en pérdida de frutos resultando en daños en las semillas, ocasionado por los insectos de la familia Lasioderma.

Cuadro 5. Pérdida de semillas en porcentaje de dos variedades de *Prosopis glandulosa*.

Variedad	Semillas abortadas	Semillas vanas	Semillas dañadas por insectos
<i>torreyana</i>	21.0%	13.3%	40.0%
<i>glandulosa</i>	20.0%	6.2%	13.3%

Nota: para semillas vanas y dañadas por insectos el porcentaje ha sido considerado respecto al total de semillas desarrolladas, para semillas abortadas se ha toma en cuenta el potencial de semilla.

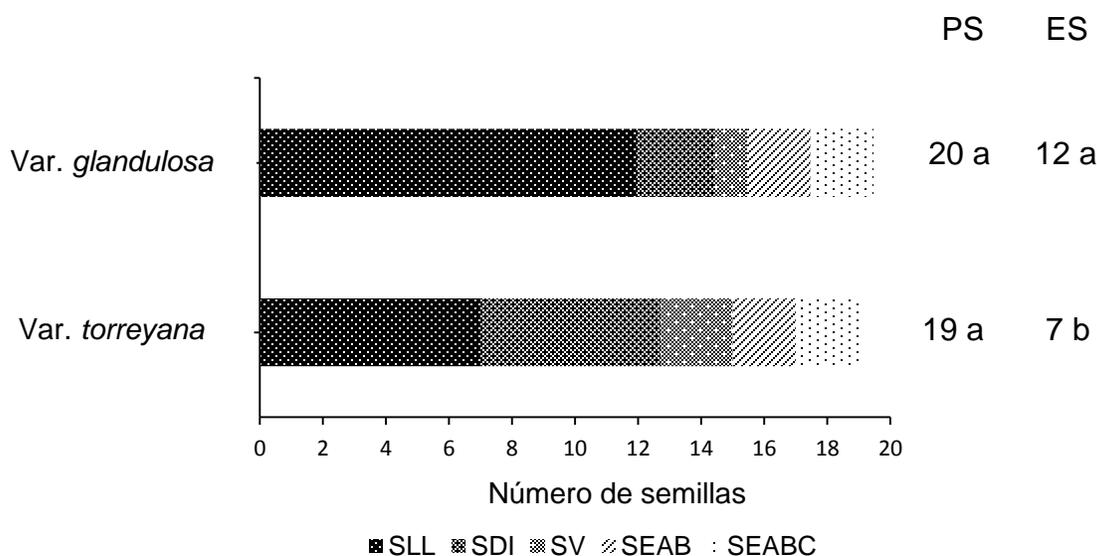
En efecto, en árboles maduros y grandes de *Prosopis* inician el desarrollo del fruto con menos de un tres por ciento de los millones de flores producidas, y sólo la tercera parte o la mitad de ellas producen posteriormente un fruto. Los frutos requieren aproximadamente tres meses para madurar y están expuestos a fuertes ataques por parte de los insectos (Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014)

Al respecto la especie que afecta principalmente la producción de semillas a *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* es *Algarobius prosopis* (LeConte), mientras que a *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* es *Algarobius bottimeri* Kingsolve estos se alimenta principalmente de los frutos y semillas de estas especies, causando daño parcial y/o total de frutos, resultando en malformación provocando de estos o que las semillas aborten o vengán dañadas (Johnson, 1983).

Otro insecto que daña a esta planta es la chinche patifoliada, *Mozena obtusa* por ejemplo en Texas *P. glandulosa* alcanzaba una pérdida del 50% de la producción potencial de frutos. Además se encontró que el aborto de vainas inmaduras variaba

entre el 33% y el 89% cuando eran comidas por estas chinches. *Scutobruchus ceratioborus* destruyó el 26% de las semillas de *P. flexuosa* y el 90% de las de *P. chilensis* en Argentina afectando la producción de frutos. Las especies de los géneros *Algarobius*, *Neltumius* y *Mimosestes* son los principales brúcidos que infestan la semilla de *Prosopis*, desde Estados Unidos de Norteamérica hasta Venezuela.

La polilla “indian-meal” (Pyralidae: *Plodia interpunctella*_(Hubner) deposita los huevos sobre las vainas después los brugos penetran en estas, preferentemente en las vainas rotas, donde se alimentan con la pulpa azucarada. Al llegar los brugos a su madurez, dejan las vainas y buscan un área protegida donde puedan pupar. *Cryptophlebia carpophagoides* Clarke (Lepidoptera: Olethreutidae) se alimenta sobre las vainas de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Esta especie se alimenta dentro de la vaina con las semillas y con el tejido tierno y con frecuencia pega sus excrementos sobre el exterior del fruto. Esta polilla deja hasta el 30% de las pérdidas de las vainas de *P. tamarugo* (Johnson, 1983).



Semillas Llenas (SLL), Semillas Dañadas por Insectos (SDI), Semillas Vanas (SV), Semillas abortadas (SEAB), Semillas abortadas por constricciones (SEABC).

Figura 11. Potencial de semillas (PS) y eficiencia de semillas (ES) para dos variedades de *Prosopis glandulosa* del noreste de México.

4.2 Relación entre variables dasométricas con variables de vainas y semillas

Por medio del análisis de correlación de Pearson se pudo observar que para la variedad *torreyana* de San Gertrudis, Dr. Arroyo las relaciones que existen entre variables dasométricas de árboles con vainas y semillas son longitud de copa y peso de 100 vainas con una valor de -0.47; longitud de copa y grosor de semilla -0.49; volumen de copa con grosor de semillas -0.49; volumen de árbol y semillas llenas -0.48 (Cuadro 6), demostrando con esto que entre mayor sea la longitud de copa, volumen de copa y del árbol, menor es el peso de las vainas, por tanto se reduce el crecimiento de semillas, para la colecta de frutos se debe de tomar en cuenta las características físicas y la edad de la planta, ya que mientras esta tenga mayor o menor edad, el gasto de energía es mayor en los árboles jóvenes y menor en árboles maduros, lo cual repercute en una baja producción de frutos (Ffolliott y John, 1983a; Galera, 2000).

Además se relacionaron los árboles de la misma especie con semillas llenas ($r=0.44$) y el área basal de los árboles de la misma especie con el número de semilla desarrolladas ($r=0.48$) (Cuadro 6), también se obtuvieron valores promedio y desviaciones estándar (Apéndice 3), con lo cual se puede interpretar que la densidad de plantas influye en la producción de frutos y semillas, ya que entre mayor sea el número de individuos, mayor es el número de insectos polinizadores, teniendo como consecuencia una mejor producción de frutos, por tanto un mayor número de semillas llenas y desarrolladas (Ffolliott y John, 1983b; Bramlett *et al.*, 1977; Valdez-Madriral, 2014).

Por otra parte la variedad *glandulosa* de El Higo, Ramos Arizpe se relacionó la altura con el número de constricciones por vaina ($r=0.46$), con el número de semillas dañadas por insectos ($r=0.61$), con grosor de semillas ($r=-0.50$) y con el número de semillas llenas por vaina ($r=-0.53$); el área basal a la base con el número de constricciones por vaina ($r=0.49$) y el número de semillas llenas ($r=-0.58$), interpretando lo anterior entre mayor altura, longitud y volumen de copa tenga la planta, mayor número de constricciones y semillas dañadas, menor número y grosor de semillas, esta relación se debe al ataque por insectos y a la arquitectura del árbol ya

que esta planta en particular presenta una formación de tipo arbustiva; la longitud de copa con el número de semillas llenas ($r=-0.46$) y las semillas dañadas por insectos ($r=0.46$); área basal a la base y semillas dañadas por insectos ($r=0.53$); el volumen de copa con el número de semillas dañadas por insectos ($r=0.43$) (Cuadro 7) (Johnson, 1983).

De igual manera se relacionó de manera negativa el área basal de los árboles de la misma especie con el grosor de semillas con un valor de ($r=-0.35$), sabiendo con esto que entre mayor número de individuos de la misma especie, menor número de semillas dañadas por insectos, tanto polinizadores, así como malignos para las plantas principalmente por gorgojo, como el reportado en la literatura *Merobuchus major* (Cibrían *et al.*, 1995; Bramlett *et al.*, 1977; Márquez-Ramírez, 2007; Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014).

4.3 Estimación del número de vainas y semillas llenas por vainas en determinado volumen.

De acuerdo con el diagrama de dispersión y al ajuste de los datos, las variables que mejor se ajustaron para ambas variedades fue el largo de vaina con el número de semillas llenas (Figuras 12 y 13). Cabe mencionar que el número de semillas por kilogramo varía entre especies esto debido a diversos factores como variedad a la que se pretenda colectar, la genética del arbolado, el tiempo atmosférico, la polinización, etcétera. Para obtener un kilogramo de semillas de *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* se deben de colectar un aproximado de 25 litros de vaina las cuales contienen 2227 vainas, mientras que para la variedad *torreyana* para un kilo de semillas se deben de colectar 45 litros los cuales tendrían 4360 vainas, tal como se muestra en el Cuadro 8. Tomando en cuenta que un árbol de *Prosopis juliflora* produce 7.2 kg de frutos por árbol para la obtención de un kilogramo de semillas de *P. glandulosa* var. *glandulosa* se realizaría la colecta de cuatro árboles aproximadamente, mientras que para la var. *torreyana* se tendría que colectar frutos de siete árboles para obtener el mismo número de semillas (Ffolliott y John, 1983b).

Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson entre las características dasométricas de árboles con vainas y semillas de *P. glandulosa* var. *torreyana*.

	Grosor de vaina	Constricciones por vaina	Peso de 100 vainas	Largo de semilla	Ancho de semillas	Grosor de semilla	Semillas llenas	Semillas dañadas por insectos	Semillas abortadas	Semillas desarrolladas
Altura	-0.34*	-0.17ns	-0.36*	-0.33ns	-0.34*	-0.37*	0.14ns	0.14ns	0.09ns	-0.2407
Longitud de copa	-0.35*	-0.00ns	-0.47**	-0.42*	-0.42*	-0.49**	-0.35*	-0.027	0.23ns	-0.38*
Diámetro de copa	-0.22ns	-0.31ns	-0.20ns	-0.28ns	-0.27ns	-0.39*	-0.37*	0.19ns	0.17ns	-0.21ns
Área basal 0.30 m	-0.07ns	-0.29ns	0.05ns	-0.23ns	-0.26ns	-0.30ns	-0.36*	0.26ns	0.09ns	-0.10ns
Área basal 1.30 m	-0.27ns	-0.36*	-0.11ns	-0.29ns	-0.34*	-0.37*	-0.52**	0.38*	0.13ns	-0.17ns
Volumen de árbol	-0.32ns	-0.31ns	-0.18ns	-0.30ns	-0.35*	-0.41*	-0.48**	0.32ns	0.15ns	-0.20ns
Volumen de copa	-0.32ns	-0.18ns	-0.32ns	-0.34*	-0.33ns	-0.49**	-0.39*	0.09ns	0.27ns	-0.31ns
Árboles de la misma especie	0.18ns	0.25ns	0.21ns	-0.32ns	0.19ns	0.22ns	0.44**	-0.33*	-0.08ns	0.48ns
Área basal de los árboles de la misma especie	-0.24ns	-0.03ns	-0.05ns	0.00ns	0.05ns	0.17ns	0.41*	-0.02ns	-0.33*	0.48**

**Significativo $P \leq 0.01$; *Significativo $P < 0.05$; ns: no significativo $P > 0.05$

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre las características dasométricas de árboles con vainas y semillas de *P. glandulosa* var. *glandulosa*.

Variable	Ancho de vaina	Grosor de vaina	Largo del estípite de vaina	Constricciones por vaina	Largo de semilla	Grosor de semilla	Semillas llenas	Semillas dañadas por insectos	Semillas desarrolladas
Altura	0.43*	0.12ns	-0.23ns	0.46**	-0.35*	-0.50**	-0.53**	0.61**	-0.21ns
Longitud de copa	0.28ns	-0.14ns	0.07ns	0.39*	-0.40*	-0.41*	-0.46**	0.46**	0.37*
Diámetro de copa	0.10ns	0.27ns	-0.13ns	0.35*	-0.22ns	-0.25ns	-0.24ns	0.30ns	-0.13ns
Área basal a la base	0.36*	0.23ns	-0.33ns	0.49**	-0.32*	-0.38*	-0.58**	0.53**	-0.33ns
Longitud del fuste limpio	0.18ns	0.34ns	-0.42*	0.10ns	0.07ns	-0.131	-0.10ns	0.18ns	0.01ns
Volumen de copa	0.17ns	0.01ns	-0.02ns	0.40*	-0.37*	-0.36*	-0.39*	0.43**	-0.21ns
Árboles de la misma especie	-0.35**	-0.37*	0.24ns	-0.28ns	0.04ns	0.08ns	0.17ns	-0.18ns	0.06ns
Área basal de los árboles de la misma especie	0.21ns	0.30ns	-0.13ns	0.41*	-0.22ns	-0.35**	-0.40*	0.43*	-0.18ns

**Significativo $P \leq 0.01$; *Significativo $P < 0.05$; ns: no significativo $P < 0.05$

Cuadro 8. Número de vainas y semillas llenas que existen en determinado volumen.

Vol. (litros)	<i>Var. glandulosa</i>			<i>Var. torreyana</i>		
	No de vainas	No de semillas llenas	Peso de semillas (gr)	No de vainas	No de semillas llenas	Peso de semillas (gr)
1	89	1053	43.11	97	649	23.93
2	178	2106	86.22	194	1298	47.85
3	267	3159	129.33	291	1947	71.78
4	356	4213	172.44	388	2595	95.70
5	445	5266	215.55	484	3244	119.63
6	534	6319	258.66	581	3893	143.55
7	623	7372	301.77	678	4542	167.48
8	713	8425	344.88	775	5191	191.40
9	802	9478	387.99	872	5840	215.33
10	891	10531	431.10	969	6488	239.25
15	1336	15797	646.66	1453	9733	358.88
20	1781	21063	862.21	1938	12977	478.51
25	2227	26329	1077.76	2422	16221	598.13
30	2672	31594	1293.31	2906	19465	717.76
35	3117	36860	1508.86	3391	22709	837.39
40	3563	42126	1724.42	3875	25953	957.01
45	4008	47391	1939.97	4360	29198	1076.64
50	4453	52657	2155.52	4844	32442	1196.27

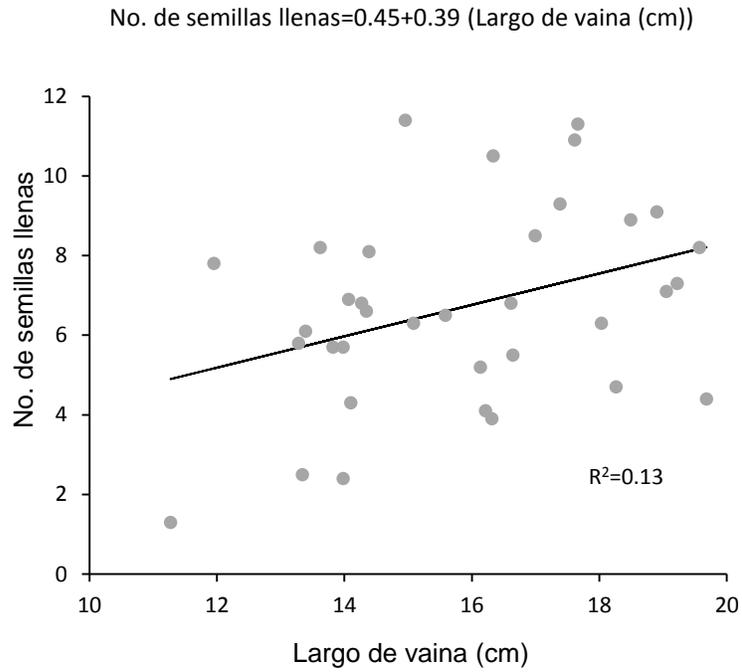


Figura 12. Diagrama de dispersión y ajuste de datos para la variedad *torreyana*.

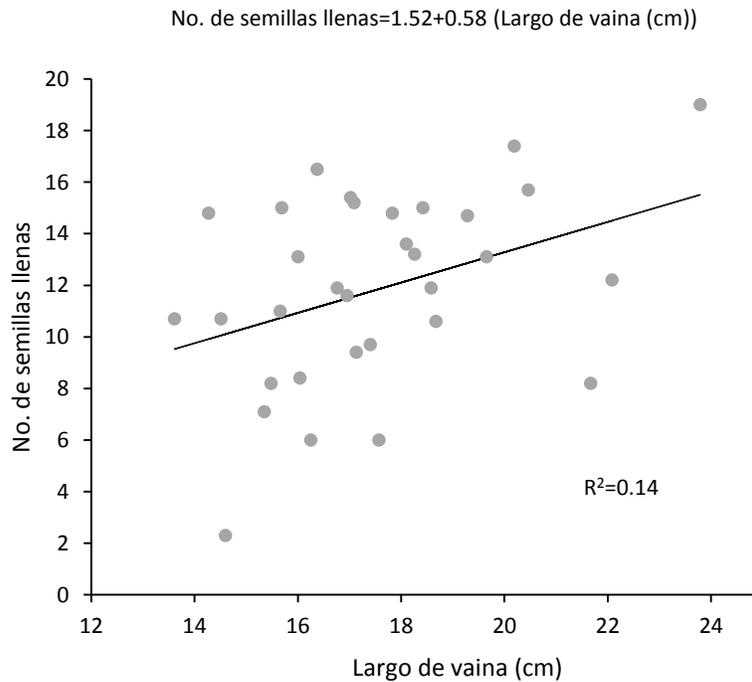


Figura 13. Diagrama de dispersión y ajuste de datos para la variedad *glandulosa*.

5 CONCLUSIONES

Para el potencial de semillas (PS) no se encontraron diferencias significativas entre variedades por lo tanto no se rechaza H_1 . Sin embargo para la eficiencia de semillas (ES) se encontraron diferencias significativas entre variedades por lo tanto se rechaza H_1 .

Se presentaron diferencias significativas entre la relación de las variables dasométricas y densidad de árboles por sitio, con las variables de vainas y semillas, por lo tanto se rechaza H_2 .

Para la variedad *torreyana* la densidad está relacionada con semillas llenas y desarrolladas, sin embargo al aumentar las características de copa y volumen del árbol, el grosor, peso y número de semillas llenas disminuye.

Para la variedad *glandulosa* al aumentar las variables dasométricas, aumentan los daños vainas y semillas, y disminuye el grosor y la cantidad de semillas llenas.

6 RECOMENDACIONES

Para estudios posteriores y para la colecta de frutos de mezquite se debe tener en cuenta las condiciones del arbolado y climatológicas como heladas y sequias que haya habido en el año inmediato anterior, ya que estas afectan drásticamente la producción de semillas.

Se deben replicar estos estudios para proporcionar información local de producción de semillas y que faciliten la planeación para la propagación de mezquite. Además la estimación del número de vainas por árbol y la relación con las variables dasométricas es importante para estimar la producción.

7 LITERATURA CITADA

- Alanís-Flores, G.J. y D. González-Alanís. 2003. Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey. *In*: Foroughbankhch-Pournavab R., Alvarado-Vázquez M. A., Torre-Cepeda, T.E. y Marroquín de la Fuente J.S. (Eds.). Tópicos Selectos de Botánica 2, Etnobotánica, sistemática, fisiología y plantas en ambientes urbanos. Monterrey, México. 289 p.
- Ansley, R. J., T. W. Boutton and P. W. Jacoby. 2007. Mesquite root distribution and water used efficiency in response to long-term soil manipulations. *USDA Forest Service*. 47: 96-103.
- Aubeterre, R., J. Principal, C. Barrios y z. Gratero. 2012. Insectos plaga en vainas de *Acacia tortuosa* y *Prosopis juliflora* para consumo animal en la zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 30(2):147-153.
- Bramlett, D. L., E. Belcher Jr., G. DeBarr, J. Hertel, R. Karfalt, C. Lantz, T. Miller, K. Ware y H. Yates. 1977. Cone analysis of southern pines: a guidebook. Gen Tech. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, N.C.U.S.A. 28 p.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 57(4): 450–525
- Carranza, P. M. A. y J. A. Villarreal, Q. 1997. Leguminosas de Coahuila México, claves y descripción de especies. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo, México. pp 52-54.
- Carrillo-Flores, R., F. Gómez-Lorence y J. G. Arreola-Ávila. 2007. Efecto de poda sobre el potencial productivo de mezquites en la Comarca Lagunera, México. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*. 6:47-54.
- Cervantes-Ramírez, C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. *Anais do X de Geógrafos de América Latina Universidade de São Paulo. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México D. F.* 20 p.

- Cibrían, T. D., Méndez M. J. T., Campos B. R., Yates III H. O. y Flores L. J. E. 1995. Insectos Forestales de México. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México. 453 p.
- Cruz-García, S. 2013. Regeneración asexual de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) por rebrotes de tocón en poblaciones naturales del norte de Coahuila. Tesis de licenciatura. Ingeniero Forestal. División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 63 p.
- Corona-Caustera, F., F. Gómez-Lorence y E. G. Ramos-Ramírez. 2000. Análisis químico proximal de la vaina de mezquite (*P. glandulosa* var. *torreyana*) en árboles podados y no podados, en diferentes etapas de fructificación. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 1(1):21-27
- Daniel P. U., E. Helms U. y S. Baker F. 1982. Principios de Silvicultura. Segunda edición. Mc GRAW-HILL, editorial. México. 492 p.
- Ffolliott, P. F. y L. Thames John, 1983a. Manual sobre taxonomía de *Prosopis* en México, Perú y Chile. [En línea]. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). [Fecha de consulta: 28 de abril de 2016]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/006/q2180s/Q2180S00.htm>>.
- Ffolliott, P. F. y L. Thames John, 1983b. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina. [En línea]. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). [Fecha de consulta: 28 de abril de 2016]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/006/q2180s/Q2180S00.htm>>.
- Flores-López, C., J. López-Upton y J. Vargas-Hernández. 2005. Indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea mexicana* Martínez. Revista Agrociencia. 39 (1): 117-126.
- Flores-Flores, J. D. 2005. Diagnóstico fitosanitario de las poblaciones de mezquite en los municipios de Cuatrociénegas y San Pedro de las Colonias, Coahuila. Folleto. [En línea]. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). [Fecha de consulta: 28 de abril de 2016]: Disponible en: www.conafor.gob.mx. 25 p.

- Frías-Hernández, J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter. 2000. El mezquite un árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. 247 p.
- Galindo-Almanza, S., E. García-Moya, T. L. Thomas y F. V. González-Cossio. 1992. Potencial de hibridación natural en el mezquite (*Prosopis leavigata* y *P. glandulosa* var. *torreyana*, Leguminosae) de la planicie de San Luis Potosí. Acta Botánica Mexicana. 20:101-107
- Galera, F. M. 2000. Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. [En línea] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [Fecha de consulta: 28 de abril de 2016]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S00.htm#TOC>>
- Gómez L. F., J. Sironet P. y Ma. Abuín M. 1970. Algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros *Prosopis* y *Acacia* en México. Ediciones del Instituto Mexicano De Recursos Naturales, A. C. México, D. F. 192 p.
- Gómez-Lorence, F. 2011. Aprovechamiento, manejo y valoración de plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, División de Estudios de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México D. F. 195 p.
- INEGI. 2010a. Carta de hidrología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Escala 1: 50,000.
- INEGI. 2010b. Carta de edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Escala 1: 50,000.
- INEGI. 2010c. Carta de geología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Escala 1: 50,000.
- INEGI. 2010d. Carta de climatología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Escala 1: 50,000.

- INEGI. 2010. Carta de uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Escala 1: 50,000.
- Henrickson J y M. C. Johnston, 1997. A flora the chihuahuan desert region. Edition 1.2. Vol. 1. Published by James Henrickson, Los Angeles California. pp 662-664.
- Jiménez-Valdés, I. A., T. E. Torre-Cepeda, R. Foroughbankhch, M. A Alvarado-Vázquez, y E. j. Treviño-Garza. 2005. El mezquite (*Prosopis glandulosa* torr.) en el norte de México *In*: Foroughbankhch-Pournavab R., Alvarado-Vázquez M. A., Torre-Cepeda, T.E. y Marroquín de la Fuente J.S. (Eds.). Tópicos Selectos de Botánica 2, Etnobotánica, sistemática, fisiología y plantas en ambientes urbanos. Monterrey, México. pp 57-69.
- Johnson, C. 1983. Manual sobre insectos que infestan la semilla de *Prosopis*. [En línea]. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). [Fecha de consulta: 30 de abril de 2016]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/006/q4165s/Q4165S00.htm>>.
- Juárez-Argumedo, J. R., M. Alvarado-Rodríguez y R. D. Valdez Cepeda. 2001. Escarificación de semillas de mezquite (*Prosopis leavigata*) para aumentar la eficiencia en la germinación. AP/UAGRO-01/001. 5^{as} jornadas de investigación, Universidad Autónoma de Zacatecas. 8 p.
- Kuehl, R. 2001. Diseños de experimentos. Thomson Learning, segunda edición. México D. F. 650 p.
- López-Franco, Y. L., F. M. Goyocoolea, M. A. Valdez y A. M. Calderón de la Barca. 2006. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Interciencia* 31(3): 183-189.
- Luna-Castañón, R. 2014. Viabilidad morfológica y genética del mezquite *Prosopis leavigata* (Humb. y bonpl. ex Willd.) en el Estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría. Maestro en Ciencias Agronómicas. Centro de Ciencias Agropecuarias. Aguascalientes, Aguascalientes, Mexico. 82 p.

- Mazzuferi, V. 2000. Plagas en *Prosopis*. *Multequina*. 9(2):107-117.
- Márquez-Ramírez, J. 2007. Potencial y eficiencia de producción de semillas como indicadores del manejo de *Pinus oaxacana* Mirov. Tesis doctoral. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 99p.
- Maldonado-Aguirre, L., J. y F. E. De la Garza P. 2000. El mezquite en México: Rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo *In*: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter (Eds.). El mezquite un árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. pp. 37-50.
- Méndez-González, J., A. Santos-Méndez y J. A. Nájera-Luna. 2007. Características dimensionales y modelos para estimar producción de vaina de mezquite *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, en una Región de Mexicali B. C. México. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*. 6:55-66.
- Meza, S. R. y E. Merlín B. 2009. Área semillera de mezquite en Baja California Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Centro de investigación regional noroeste, campo experimental Todos Santos, La Paz Baja California Sur. Desplegable para productores número 20.
- Mosseler, A., J.E. Major, J.D. Simpson, B.I. Daigle, K. Lange, Y.S Park, K.H Johnsen y O.P. Rajora. 2000. Indicators of population viability in red spruce, *Picea rubens*. I. Reproductive traits and fecundity. *Canadian Journal of Botany* 78: 928-940.
- Niembro, R. A. 1995a. Producción de semillas de cedro *Cedrela odorata* bajo condiciones naturales en Campeche, México. *In*: Salazar R. Memorias del Simposio, avances en la producción de semillas forestales en América Latina. [En línea]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Managua, Nicaragua. 397 p. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2016]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/497/49780105.pdf>

- Niembro, R. A. 1995b. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México. In: Salazar R. Memorias del Simposio, avances en la producción de semillas forestales en América Latina. [En línea]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE. Managua, Nicaragua. 397 p. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2016]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/497/49780105.pdf>
- Palacios, A. R. 2006. Los mezquites mexicanos: Biodiversidad y distribución geográfica. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 41 (1-2). 99-121.
- Rodríguez-Sauceda, E. N., G. E. Rojo-Martínez, B. Ramírez-Valverde, R. Martínez-Ruiz, M. de la C. Cong-Hermida, S. M. Medina-Torres y H. H. Piña-Ruiz. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis leavigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. Ra Ximhai. 10 (3):173-193.
- Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana. 3:7-19.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México .1ra. Edición digital. [En línea]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad México (CONABIO). [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf>.
- Salas-Araiza, M. D., J. Romero-Nápoles y E. García-Aguilera. 2001. Contribución al estudio de brúquidos (Insecta: Coleóptera) asociados a fabáceas arbustivas. Acta universitaria. 11 (1): 26-32.
- Salazar, R. 1995. Resultados preliminares de producción de semillas de *Araucaria hunsteinii* en Costa Rica. In: Salazar R. Memorias del Simposio, avances en la producción de semillas forestales en América Latina. [En línea]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE. Managua, Nicaragua. 397 p. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2016]. Disponible en: <<https://books.google.com.mx/books?id=0eAOAQAIAAJ&pg=PA216&lpg=PA>

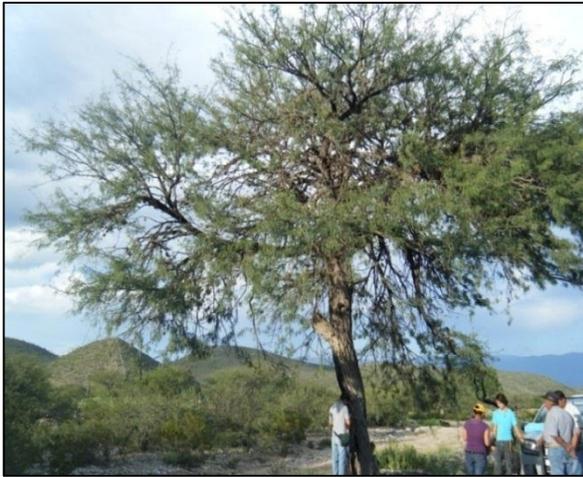
216&dq=niembro+Evaluaci%C3%B3n+de+la+cantidad+y+calidad+biol%C3%B3gica+de+semillas+de+cedro&source=bl&ots=PHVkrCZ3lc&sig=NkFqjS2bgxxblg9T9e3_6tQkVrk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiMuNi8zb7MAhXju4MKHV8ICOkQ6AEIJzAC#v=onepage&q=niembro%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20cantidad%20y%20calidad%20biol%C3%B3gica%20de%20semillas%20de%20cedro&f=true>.

- Smith, L. L, & Ueckert D. N. 1974. Influence of insects on mesquite seed production. *Journal of Range Management*, 61-65.
- Solbrig, Otto T. y Philip D. Cantino. 1975. Reproductive Adaptations in *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoidee). *Journal of the Arnold Arboretum*, 56(2): 185-210.
- Solorio, R. I., F. G. Ramos. R., E. Santamaría C. y J. A. Salazar M. 2004. Evaluación de daños por gorgojo (*Algarobius prosopis* Le Conte) en vainas de mezquite (*Prosopis* spp.) de la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*. 3: 111-114.
- Solís-Roblero, S. D. 2015. Descripción de la producción de vaina en la huerta de mezquite (*Prosopis* spp) del mpio. San Pedro, Coah. Tesis profesional. Ingeniero en Agroecología. División de Carreras Agronómicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila, México. 42 p.
- Steel, R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. Segunda edición. Colombia. 622 p.
- Treviño-Ruiz, K. S. 2016. Indicadores reproductivos y producción de semilla de *Yucca filifera* Chabaud y *Yucca treculeana* Carr. de dos localidades al noreste de México. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Forestal. División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 67 p.
- Vallejo-Valadez, J. A., R. Jiménez-Ocampo, R. Cervantes-Martínez, R. Trucios-Caciano y M. Rivera-González. 2012. Potencial productivo y cambio de uso de suelo en poblaciones de mezquite (*Prosopis* spp) del norte-centro de México. *Recursos Forestales-Agrofaz*. 12(3): 89-98.

- Valdez-Madriral, J. 2014. Identificación de Patógenos en *Prosopis glandulosa* en la región del sureste del Estado de Coahuila. Tesis profesional. Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 67 p.
- Verga, A., D. López, L., C. López, M. Navall, J. Joseau, C. Gómez, O. Royo, W. Degano y M. Marco. 2009. Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en a regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. Revista de Ciencias Forestales-Quebracho. 17(1-2):31-40.
- Villarreal-Garza, J. A., A. Rocha-Estrada, M.L. Cárdenas-Ávila, S. Moreno-Limón, M. González-Álvarez y V. Vargas-López. 2013. Caracterización morfológica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México. Revista Internacional de Botánica Experimental. 82: 169-174.
- Zavala-Chávez, F. y J. T. Méndez-Montiel. 1996. Factores que afectan la producción de semillas en *Pseudotsuga Macrolepis* Flous en el estado de Hidalgo, México. Acta Botánica Mexicana. 36:1-13.

APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol y follaje de *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* en San Gertrudis Dr. Arroyo, N. L.



Apéndice 2. Árbol de *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* en El Higo Ramos Arizpe, Coahuila.



Apéndice 3. Valores promedio y desviación estándar de variables morfométricas de vainas y semillas para la variedad *torreyana* de San Gertrudis Dr. Arroyo, N. L. y la var. *glandulosa* de El Higo, Ramos Arizpe, Coah.

Variedad	LVA	ANVA	GVA	SEVA	CONVA	CUVA	LE	LA	LSE	ASE	GSE	SEAB	SV	SLL	SDI	SD
<i>glandulosa</i>	17.5±3.0	8.5±1.0	5.6±1.4	17.8±3.2	2.3±1.2	1.7±1.2	9.9±2.8	9.2±4.5	5.9±1.1	4.2±0.8	2.2±0.4	2.2±2.5	1.0±1.4	11.9±5.4	2.5±3.5	15.4±4.0
<i>torreyana</i>	15.8±2.9	8.6±1.1	6.1±0.9	17.0±3.3	2.3±1.3	2.0±3.6	9.2±3.0	5.6±2.7	5.4±1.3	3.9±1.0	2.1±0.5	1.6±1.9	2.2±2.0	6.7±4.3	5.7±4.1	14.7±3.9

LVA=longitud de vaina (cm); ANVA=ancho de vaina (mm); GVA=grosor de vaina (mm); SEVA=semillas por vaina; CONVA= constricciones por vaina; CUVA=curva de la vaina con respecto a la recta (cm); LE=longitud del estípite (mm); LA=longitud del ápice (mm); LSE=largo de semilla (mm); ASE=ancho de semilla (mm); GSE=grosor de semilla (mm); SEAB=semillas abortadas; SV=semillas vanas; SLL=semillas llenas; SDI=semillas dañadas por insectos; SD=número de semillas desarrolladas.

Apéndice 4. Promedios y desviación estándar utilizados para la estimación del número de vainas y semillas llenas por volumen (litros) para la variedad *torreyana* de San Gertrudis Dr. Arroyo, N. L. y la var. *glandulosa* de El Higo, Ramos Arizpe, Coah.

Variedad	Número de vainas en un litro	Peso (gr) de 50 semillas	Peso (gr) de una semilla	Número de semillas llenas/vaina	Número de semillas llenas/vaina corregidas
<i>glandulosa</i>	89±16	2.03±0.32	0.041±0.006	12.0±3.7	11.8±1.4
<i>torreyana</i>	97±25	1.75±0.52	0.037±0.009	6.7±2.5	6.7±0.9

Nota: el número de semillas llenas/vainas corregidas se llevó a cabo mediante una regresión lineal simple con la ecuación siguiente: semillas llenas/vaina=0.45+0.39(largo de vaina (cm)).