

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Mecanismos de Protección Contra Roedores y Lagomorfos en una Plantación de
Prosopis glandulosa, en el Municipio de Saltillo, Coahuila.

Por:

JORGE LUIS VELASCO VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Mecanismos de Protección Contra Roedores y Lagomorfos en una Plantación de
Prosopis glandulosa, en el Municipio de Saltillo, Coahuila.

Por:

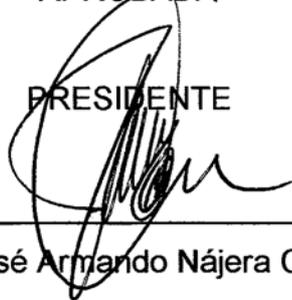
JORGE LUIS VELASCO VELASCO

Que somete a consideración del H. Jurado examinador, como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

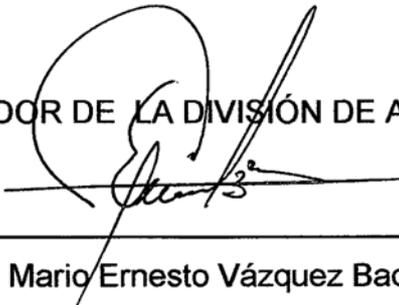
APROBADA

PRESIDENTE



M.C. José Armando Nájera Castro

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRO



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA"
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

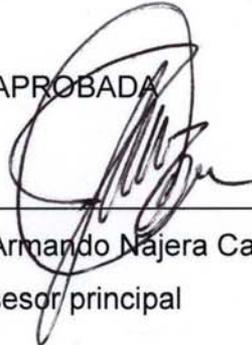
Mecanismos de Protección Contra Roedores y Lagomorfos en una Plantación de
Prosopis glandulosa, en el Municipio de Saltillo, Coahuila.

Por:

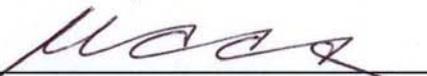
JORGE LUIS VELASCO VELASCO

Elaborada bajo la supervisión el comité de asesores y aprobada como
requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal.

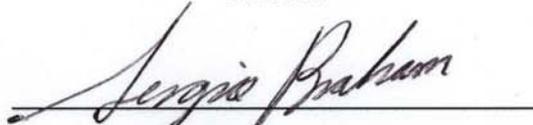
APROBADA



M.C. José Armando Najera Castro
Asesor principal



Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Sinodal



Ing. Sergio Braham Sabag
Sinodal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 2009.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de existir y obtener mi sueño más anhelado, que al fin se hace realidad; "Mi carrera". Gracias Dios mío por tu presencia en mi vida y en mi familia y por permitirme alcanzar la meta que siempre había soñado, lo que he logrado te lo dedico a Ti Señor.

A MIS PADRES:

Sr. David Velasco Gómez
Sra. Flora Velasco Aguilar

Con el respeto, amor, gratitud y cariño por haberme dado la vida, la confianza y enseñarme los mejores valores y enseñanzas que siguen vigentes en mí a través del tiempo, apoyándome en los momentos difíciles y sobre todo sacrificándose para hacer de mí un hombre de bien y solo me queda darles las gracias por lo que ahora soy y lo tengo.

A MI HERMANO

Ing. José Rolando Velasco Velasco.

A ti hermano es un orgullo dedicártelo por tu apoyo moral, consejos, recomendaciones, motivaciones y económico que siempre me ha brindado, te estaré siempre agradecido por lo que ahora he logrado y nunca te podre pagar todo tu apoyo.

A MIS FAMILIARES

A MIS ABUELOS

Abelino Velasco Gómez †
Elena Aguilar Velasco
Rubén Velasco Vázquez †
Engracia Gómez Hernández

A MIS TIOS

Arón, Samuel, Oscar, Abraham, Gerardo, Samuel, Heberto, Belly, Lidia, Gloria, Virgilio, Natividad.

A MIS PRIMOS

Salomón, Marcos Eli, Fani, Carlos, Ricky, Kevin, Jesús, Ari Jafet, Rosemberg, Blanca Inelva, paty, Tenchi, Hugo, Toño, Jesús, Edwin, Ulises, Andri Edriel Heberto, Esaú, Blanca, Orfi, Daniel, Brenda, René, América, Martha, Blanca Neri, Daniel, Alfredo, Nayeli, Guadalupe, Mari.

A MIS AMIGOS

Rubiel Froilán, Ángel Gerardo Chávez, Daniel Pérez, Jesús Jiménez, Adonay López, Juan Carlos López, Octavio Rafael, Elmer Espinoza, Arely Pérez y a Cristóbal Rangel Hernández por la colaboración en el proyecto y amistad.

AL M.C. LUIS MORALES QUIÑONES †

De forma muy especial dedico el presente trabajo a mi gran amigo, maestro y jefe, al que estaré siempre agradecido por sus consejos, instrucciones y apoyo brindado en el comienzo y seguimiento de mi vida profesional para el dedico la presente.

A LA FAMILIA VALENZUELA

Especialmente a mi mamá Conchita y Juani por su cariño, hospitalidad, consejos y cuidados que me ha brindado durante mi estancia en su hogar, además a Ing. Fernando Valenzuela, Ing. José Valenzuela, Sergio Valenzuela, Roli, Jhoni.

A MÍ "ALMA MATER"

Por haber sido pieza fundamental de mi formación académica y para lograr ser un profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al MC. José Armando Nájera Castro, asesor principal, amigo y maestro por excelencia, por su amistad, disposición incondicional y valiosa confianza brindada para la realización del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga, buen maestro y amigo, por su asesoramiento, revisión, recomendaciones y sugerencias para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por su amistad, confianza y apoyo incondicional en la revisión, sugerencias y observaciones del presente trabajo.

A todos los maestros de la carrera de Ingeniero Forestal que contribuyeron en mi formación profesional, por su enseñanza y valiosos consejos que me impulsan a un mejor desarrollo profesional.

A todos mis maestros que me impartieron clases durante toda mi educación, por su valiosa enseñanza, los cuales contribuyeron en mi formación profesional.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
1.1 Importancia.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Clasificación taxonómica del mezquite.....	4
2.2. Descripción de la planta del mezquite.....	4
2.3. Importancia económica del mezquite.....	5
2.4. Silvicultura y manejo.....	6
2.5. Distribución geográfica y aspectos ecológicos.....	7
2.6. Posibilidades de cultivo.....	8
2.7. Aspectos generales de Lagomorfos y Roedores.....	9
2.7.1. Liebres y conejos.....	9
2.7.2. Características del daño.....	10
2.7.3. Roedores.....	11
2.7.4. Prevención del daño.....	12
2.8. Técnicas o métodos de control.....	12
2.8.1. Protección mecánica.....	13
2.8.2. Repelentes.....	13
2.8.3. Trampeo:.....	14
2.8.4. Armas de fuego.....	15
2.8.5. Perros.....	15
2.9. Otros en métodos para el control de roedores.....	15
2.9.1. Control directo.....	15
2.9.2. Control Indirecto.....	16
2.10. Plantaciones forestales en zonas áridas y semiáridas.....	16

III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Descripción del área de estudio.....	18
3.2. Descripción de las condiciones físicas y biológicas.....	19
3.2.1. Clima.....	19
3.2.2. Geología.....	19
3.2.3. Suelo.....	20
3.2.4. Fisiografía.....	21
3.2.5. Hidrología.....	21
3.2.6. Vegetación.....	21
3.2.7. Fauna silvestre.....	23
IV. METODOLOGIA	24
4.1. Procedimiento experimental.....	24
4.1.1. Establecimiento de la plantación.....	24
4.1.2. Número de plantas utilizadas.....	24
4.1.3. Preparación de cercado.....	24
4.1.4. Preparación de cepas.....	25
4.1.5. Especie a evaluar.....	25
4.2. Descripción de los tratamientos.....	25
4.2.1. Exclusión.....	25
4.2.2. Protectores individuales.....	26
4.2.3. Repelentes.....	28
4.3. Diseño experimental.....	31
4.4. Medición y definición de Variables.....	31
4.4. 1 Variables a evaluar.....	31
4.4. 2 Categoría de daño.....	31
4.4. 3 Variables dasométricas (altura).....	32
4.4. 4 fechas de evaluación.....	33
4.5. Análisis estadístico.....	33
V. RESULTADOS Y DISCUSION	35
5.1. Grado de afectación y sobrevivencia.....	35
5.1.1 Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de octubre del 2006 a septiembre del 2007.....	35
5.1.2 Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de octubre de 2007 a enero del 2008.....	37

5.2. Altura final de cada periodo de evaluación.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	47
LITERATURA CITADA.....	48
APÉNDICE.....	52

INDICE DE CUADROS

	Página
1.- Croquis del diseño experimental completamente al azar con la distribución de tratamientos por repetición.....	32
2.- Clasificación de plántulas según grado de afectación.....	33
3.- Evaluaciones realizadas durante el experimento.....	33
4.- Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de octubre de 2006 a septiembre de 2007.....	36
5.- Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de septiembre de 2007 a Enero de 2008.....	38
6.- Altura final de cada periodo de evaluación.....	43

INDICE DE FIGURAS

	Página
1.- Ubicación geográfica de la plantación experimental de <i>Prosopis glandulosa</i>	18
2.- Malla gallinera de 90 cm de altura.....	26
3.- Malla gallinera de 120 cm de altura.....	26
4. Tubex Tree Treeshelters.....	27
5.- Protex Pro Gro.....	27
6.- Tubos de Policloruro de Vinilo(PVC).....	28
7.- Envase de cartón plastificado.....	28
8.- Extracto de Pirúl.....	29
9.- Deer Away.....	29
10.- Deer Off.....	30
11.- Testigo.....	30
12.- Grafica de grado de afectación y sobrevivencia por tratamiento en la primera evaluación.....	37
13.- Grafica de grado de afectación y sobrevivencia por tratamiento en la segunda evaluación.....	40
14.- Resultado de los tratamientos en cada una de las evaluaciones realizadas.....	41
15.- Grafica altura final y crecimiento en altura.....	44

RESUMEN

Palabras clave:

Plantación, *Prosopis glandulosa*, plantas, lagomorfos, roedores, grado de afectación.

El presente trabajo se realizó en una plantación de mezquite en el municipio de Saltillo, con el objeto de evaluar la efectividad de mecanismos de protección contra el daño de lagomorfos, roedores y otros factores, en plantas de *Prosopis glandulosa* (mezquite), utilizando protectores físicos y repelentes; además se evaluó el crecimiento de las plantas al ser protegidas por estos métodos de protección.

En el establecimiento de la plantación se utilizaron 10 tratamientos con tres repeticiones y el número de plantas por unidad experimental fue de 10 plantas;

La medición de altura inicial de plantas se realizó en octubre del 2006. Posteriormente se realizó una primera evaluación en septiembre de 2007, evaluándose la condición de las plantas, de acuerdo al grado de afectación o daño: 1. Plantas sin daños, 2. Planta viva dañada por lagomorfos o roedores y 3. Planta muerta por diferentes factores; además se evaluó la altura de las plantas en cada uno de los tratamientos. Se realizó una segunda evaluación en enero de 2008, realizando el mismo procedimiento, evaluando grado de afectación en las plantas y medición de la altura.

Los resultados arrojaron, que los mejores mecanismos de protección fueron los siguientes: Cercado con malla gallinera de 90 cm y Cercado con malla gallinera de 120 cm de altura con 100% de efectividad cada uno; les siguen en efectividad Protex Pro Gro y Tubex Tree shelter, con un porcentaje del 96.67% y 93.33% de efectividad, respectivamente. El testigo mostró nula efectividad con 0%. De los repelentes, los mejores fueron el Deer Away y el extracto de Pirul con 90% de efectividad, en la primera evaluación.

En la segunda evaluación los tratamientos que mostraron mejor efectividad son el T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm altura) en la clasificación 1, con un porcentaje de 100%; en la clasificación 2, un 0%, y en la calificación 3, un 26.67%. El T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm altura), presentó en la clasificación 1 un 100% de

efectividad; en la clasificación 2, un 0%, y en la clasificación 3, un 16.66%, la causa de mortalidad en los T1 y T2 fue la sequía.

Para la variable altura, los resultados mostraron que los mecanismos de protección que propiciaron mayor crecimiento fueron Tubex Tree shelter y Protex Pro Gro, que son protectores individuales.

La mortalidad mayor se observó en el testigo con 26.67% y 40 % de plantas muertas, en la primera y segunda evaluación respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia

Actualmente las plantaciones forestales son de gran importancia, ya que han favorecido la administración de los bosques llevando a la conservación de nuestros ecosistemas forestales y su aprovechamiento sostenible.

Las plantaciones forestales, son una actividad de excelencia, que demandan un alto grado de eficiencia, una correcta administración y una gran capacidad tecnológica y científica. La eficiencia debe verse desde los puntos de vista social, económico y ambiental, pues se trata de sistemas de producción forestal sostenibles de mediano y largo plazos, en los que el hombre ocupa un lugar preponderante (González, 2000).

En los bosques de la Patagonia Forestal, en Argentina, los lagomorfos (liebres y conejos) dañan a la regeneración, tanto en formaciones nativas como en implantadas. En Lengua (especie representativa del bosque andino patagónico del sur de Chile y Argentina), se observaron daños en el 85% de los renovales (Bava y Puig, 1992).

En reforestaciones con coníferas, especialmente del género *Pinus*, los lagomorfos provocan daños muy serios, hasta el tercer o cuarto año después de la plantación (CIEFAP, 1992).

Las observaciones realizadas muestran que la liebre actúa en forma diferente a lo largo del año. En el otoño inicia su actividad y ataca los pinos, produciendo el 20% de los daños. Durante los meses de junio, julio y agosto, los ataques alcanzan el 74%, y decaen al 6% durante septiembre y octubre; de noviembre a marzo puede considerarse época libre de ataques. Esta evolución mensual registrada ha demostrado las características de una zona de gran población de liebre que provoca daños en el 72 % de las plantas (CIEFAP, 1992).

En el sur del Distrito Federal se localizan terrenos grandes de explotación forestal en los cuales se tienen programas de reforestación, y también los pequeños árboles forestales sufren ataque de los roedores, principalmente de tuzas, las cuales se ven favorecidas por la ruptura del suelo forestal que, en un principio presentaba un obstáculo para la actividad y dispersión de estos roedores, gracias al complejo de raíces fuertes de las coníferas y encinos originales (González, 1980)

1.2 Planteamiento del problema

Las plantaciones forestales pueden sufrir daños considerables y son afectadas por factores como la sequía, el mal mantenimiento, además del ataque de liebres, conejos y roedores, causando serios problemas en el establecimiento de las plantaciones forestales, especialmente en zonas secas (Prado y Barros, 1989), por lo que este factor de disturbio puede traducirse en un fracaso completo de los proyectos de plantaciones forestales en otoño.

Tradicionalmente se han utilizado mecanismos de protección por exclusión del área y protección física a las plantas, contra los roedores y lagomorfos, pero no se ha evaluado su efectividad en plantaciones de Mezquite (*Prosopis glandulosa*) en México.

En el ejido San Juan del Retiro, Municipio de Saltillo, Coahuila, se ha presentado una de las limitantes de mayor importancia en el establecimiento de plantaciones de pino y mezquite, que es el daño provocado por lagomorfos (conejos y liebres) y roedores, en el período comprendido entre el establecimiento de la plantación y el primer año de vida de la planta establecida en el terreno.

Ante tal situación se plantea el presente trabajo con los siguientes objetivos.

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la efectividad de diversos mecanismos de exclusión y diversos repelentes para el control de lagomorfos y roedores en plantaciones de mezquite.

Objetivos específicos:

1. Evaluar la efectividad de diversos mecanismos de control físico y químico contra el daño ocasionado por lagomorfos y roedores a plantas de mezquite.
2. Evaluar el crecimiento y la sobrevivencia de plantas de mezquite en cada tratamiento de protección.

1.4 Hipótesis:

Ho: No hay diferencias estadísticas en la efectividad entre mecanismos de protección.

Ha: Al menos un mecanismo es diferente estadísticamente.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica del mezquite

De acuerdo con Burkart (1976), la posición taxonómica del mezquite es la siguiente:

Reino: *Plantae*

Filum: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Mimosoideae*

Género: *Prosopis*

Especie: *glandulosa*

2.2 Descripción de la planta de mezquite

De acuerdo con Cervantes en el 2002, el mezquite es un árbol o arbusto espinoso, perenne, que llega a medir hasta 10 metros de altura, de acuerdo con la profundidad del suelo.

Raíz. Su raíz principal puede alcanzar hasta 50 m de profundidad, para llegar al manto freático de agua subterránea; sus raíces laterales se extienden en un radio hasta de 15 m. a partir del tronco.

Tronco. Leñoso, de corteza oscura o negruzca; ramas flexuosas, formando una copa esférica o deprimida. Las ramas tiernas son espinosas y con frecuencia carecen de hojas.

Hojas. Son compuestas (con el limbo subdividido), bipinnadas, con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares de 5 a 10mm de largo, más o menos persistentes, pero caducas en invierno. Los renuevos nacen desde marzo hasta mayo y permanecen hasta diciembre.

Flores. Son muy pequeñas, de color amarillo verdoso, agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espiga: producen un aroma y néctar agradable que atrae a los polinizadores. Son hermafroditas, de simetría radiada (actinomorfas), con cinco

sépalos, cinco pétalos y diez estambres; ovario súpero, unilocular, unicarpelar y de placentación parietal; el estigma es cóncavo. Florece durante un corto período que se inicia en febrero-marzo y termina en abril-mayo.

Fruto. Los frutos son vainas o legumbres alargadas; rectas o arqueadas, de 10 a 30 cm de longitud, de color paja a rojizo, violáceo. El mesocarpio contiene una pulpa gruesa y esponjosa de sabor dulce; contiene de 12 a 20 semillas. La fructificación se extiende de mayo a agosto y se cosecha entre agosto y octubre.

Semilla. Es de forma oblonga o aplastada, dura; su color varía de café claro a oscuro. La diseminación de las semillas es zoófila y endozoica, es decir, su dispersión se hace por medio del tracto digestivo de animales.

2.3 Importancia económica del mezquite (*Prosopis glandulosa*), en zonas áridas y semiáridas

De acuerdo con la CONAZA (1994), desde épocas remotas, el mezquite (*Prosopis spp.*) ha constituido un recurso valioso para los habitantes de zonas áridas, quienes encontraron en él múltiples beneficios, ya que todas las partes de la planta son susceptibles de ser utilizadas. Ha sido considerado como un denominador cultural común para los pueblos nómadas de cazadores-recolectores que habitaron el norte de México y el sur de Estados Unidos.

Recolectores como los Seris conocieron su fenología y su cosecha marcaba la denominación de su calendario mensual; lo mismo ocurría con grupos de agricultores, como los Pima. Los Chichimecas de la época prehispánica tuvieron en el mezquite una planta básica para su alimentación; y en la sierra de "El Pinacate", en Sonora, se han encontrado molinos de piedra (metates) para hacer harina de mezquite, que datan del año 1200 a.c. Estos tipos de molinos aún son usados por los Papagos y los Seris.

Su utilización ha continuado a través de largo tiempo, representando para los indígenas, colonizadores y pioneros uno de los recursos vegetales más útiles, ya que de él ha obtenido: leña, carbón, goma, materiales de construcción, alimento,

forraje, néctar para la apicultura, sombra, herramientas de trabajo, medicina y juguetes.

Además, destaca el papel ecológico del mezquite, ya que es un excelente fijador del suelo y por lo tanto, controlador de la erosión; es fijador de Nitrógeno, lo cual mejora la fertilidad del suelo; proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre, y actúa como indicador de profundidad del manto freático (freatofita).

La expansión urbana y el incremento de las actividades ganaderas en los años cuarenta afectaron de manera considerable a las comunidades de mezquite, muchas de las cuales fueron sustituidas por pastizales que no siempre tuvieron el éxito esperado. Sin embargo, aún en la actualidad, el mezquite continúa siendo un recurso de importancia para los habitantes de zonas áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, ganadería y explotación de otros recursos espontáneos.

2.4 Silvicultura y manejo

En algunos lugares del país se puede encontrar al mezquite en densidades considerables, ya sea en forma de mezquite puro o en asociación con otras especies. En estos sitios resulta muy conveniente realizar algunas prácticas de manejo que permitan un mejor rendimiento sin que las plantas sean destruidas.

Entre las prácticas para mezquite silvestre destacan las relacionadas a la captación o conducción de las lluvias hacia las plantas. En el caso de árboles individuales se puede construir microcuencas en forma de media luna o herradura, mientras que para los mezquites será necesario hacer bordos de conducción hacia hileras de árboles.

El aflojamiento de la tierra en la base de la planta, la reducción o aumento de la densidad y las podas son otras prácticas que favorecen el desarrollo y la producción de las poblaciones silvestres del mezquite.

Tomando como base las experiencias que existen en otros países, el mezquite empieza su producción a partir del cuarto año, estabilizándose en el décimo, esto

depende tanto de las condiciones de humedad como de suelo que se presenten en el lugar donde se desarrolle la planta, además de la especie y el sistema de cultivo. Los rendimientos de producción de vaina por árbol oscilan entre los 15 y 20 kg. y los de una hectárea entre 4,500-5,000 kg.

En el tercer año de vida, un mezquite de formación arbórea puede producir 7.8 m³ de leña. En los territorios áridos de la India, el cultivo de mezquite ha demostrado producir 1 kg de miel de abeja por año a partir del néctar de cada planta de mezquite, para un total de 100 a 400 kg de miel por hectárea por año (INE, 1994).

2.5 Distribución geográfica y aspectos ecológicos

El origen fitogeográfico del mezquite (*Prosopis spp.*) se ubica en África, donde persiste como una sola especie. *Prosopis africana*, con características poco especializadas (Dávila, 1983), citado por Cervantes (2002).

A nivel mundial existen 44 especies del género *Prosopis*, 42 de las cuales se encuentran en el continente americano, distribuidas en dos grandes centros: el norteamericano (Mexicano-Texano) y el sudamericano (Argentino-Paraguayo-Chileno). El complejo norteamericano, de acuerdo con Rzedowski (1988), cuenta con nueve especies, una con dos variedades, todas ellas presentes en el país. Su distribución comprende casi todo el territorio mexicano, con excepción de las zonas montañosas y las partes bajas del sureste del país; es particularmente abundante en las zonas áridas y semiáridas, aunque su amplio rango ecológico le permite ser localizado en zonas con temperaturas medias que van de 20 a 29° C, con precipitaciones que oscilan entre 350 y 1200 mm anuales. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2,200 m de altitud; crece preferentemente en llanuras y bajíos, sobre suelos profundos aptos para la agricultura, lo cual ha originado su desplazamiento de muchos sitios.

Entre las adaptaciones del mezquite a los ambientes áridos se encuentra la amplitud y profundidad de su sistema radicular, así como la reducción de su sistema foliar. La forma de vida arbórea indica disponibilidad de agua subterránea a poca profundidad,

por lo que los campesinos lo utilizan como indicador de posibles fuentes de agua; la forma arbustiva se relaciona con manto freático profundo.

México cuenta con nueve especies de mezquite, una con dos variedades y los estados de la República que destacan por la producción forestal son: Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León. De menor importancia son los estados de: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Jalisco, Oaxaca Querétaro y Sinaloa (Dávila, 1983), citado por Cervantes (2002).

2.6 Posibilidades de cultivo

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

En algunos sitios del país aún se pueden encontrar comunidades densas de mezquites arbóreos, ya sea como mezquital puro o asociado con otras especies. En estos casos sería conveniente llevar a cabo un verdadero proceso de planeación que asegure el uso racional y sostenible del recurso, lo que aseguraría mayores rendimientos económicos a largo plazo.

Con base en las experiencias de otros países, el mezquite empieza su producción a partir del cuarto año y se estabiliza a los diez años, si las condiciones ambientales y el sistema de cultivo son favorables.

Los rendimientos de producción de vaina son de 15 a 20 kg por árbol, o de 4,000 a 5,000 kg/ha. A los tres años, un árbol de mezquite puede producir de 7 a 8 m³ de

madera. En la India se han reportado de 100 a 400 kg de miel por hectárea, por año (Villanueva *et al.*, 2000).

De acuerdo con las investigaciones llevadas a cabo por Villanueva (2000). en los campos forestales de Llanos de la Angostura y Pozo del Carmen, en San Luis Potosí, la recolección de leña de mezquite alcanza los 142 m³ por semana, producto que se destina sobre todo a cubrir los usos domésticos de los campesinos. En Llanos de la Angostura se obtienen de 500 a 900 kg/ha/año de postes, a partir de árboles cuyo diámetro supera los 15 cm; los residuos se usan como forraje o como combustible. Se pueden producir diez toneladas anuales de goma, lo cual representa un ingreso considerable para la población local, ya que se utiliza como sustituto de la goma arábica.

2.7 Aspectos generales de lagomorfos y roedores

2.7.1.- Liebres y conejos

De acuerdo con Leopold (1997), las liebres y los conejos son los mamíferos de caza más numerosos de México y en algunas regiones abundan en tal proporción que en determinadas condiciones pueden llegar a causar serios daños en los campos de cultivo dedicados a la producción agrícola o forrajera. Sin embargo, se cazan tan abundantemente en todo el país, tanto por deporte como para alimento, que su importancia sólo por este concepto generalmente excede en valor a los daños que pudieran causar a las cosechas.

Las liebres del género *Lepus* se presentan en su mayor parte en zonas áridas templadas del norte y centro de México, en donde la vegetación del suelo es escasa. Todas las formas de *Lepus* se denominan liebres, que es un nombre apropiado que las distingue de los conejos del género *Sylvilagus*. Cualquiera de estas especies se encuentra siempre presente en algún lugar de México, entrelazándose en algunas partes las áreas de dos hasta tres especies.

Existen varias diferencias esenciales de hábitos entre las liebres y conejos; por ejemplo las liebres viven en “camas” en la superficie del suelo y los jóvenes nacen

cubiertos de pelo y con ojos abiertos; en cambio los conejos viven en cuevas o madrigueras y los jóvenes nacen desnudos y con los ojos todavía cerrados.

Algunas especies de conejos también usan “escondrijos” ya sean superficiales o escondidos, pero todos emplean las madrigueras en mayor o menor grado para escapar de sus enemigos naturales. Las liebres en rarísimas ocasiones entran en madrigueras.

Tanto el conejo como la liebre son especies de hábitos crepusculares y extremadamente curiosos frente a modificaciones del hábitat; especialmente a las excavaciones o remoción de tierra. El conejo es gregario (vive en grupos) y la liebre es solitaria, pero ambos poseen un gran potencial reproductivo pudiendo alcanzar notables niveles de abundancia cuando existe suficiente alimento y escasean los depredadores.

El conejo vive en cuevas generalmente ubicadas en zonas arbustivas adyacentes a los mallines, sitios preferidos para alimentarse. En cambio, la liebre no cava y utiliza sitios con pastizales altos o matorrales para su protección y también los mallines para su alimentación.

Los conejos y las liebres pueden dañar o destruir completamente una variedad de plantíos de árboles, jardines, plantas ornamentales, cultivos agrícolas y praderas rehabilitadas; también pueden arrancar la corteza de árboles frutales y de coníferas (Rodríguez, 1980).

2.7.2 Características del daño

Tanto los conejos como las liebres producen similares daños por corte de brotes en los semilleros de arboles. Los arboles que sufren ese daño, muestran en el tallo un corte limpio, oblicuo, que parece haber sido hecho con un cuchillo. Generalmente cortan tallos de hasta 6 mm de diámetro y una altura de no más de 50 cm sobre el suelo. El corte repetido de brotes deforma las plantas de semillero.

Muy frecuente puede observarse a los conejos y liebres cuando están haciendo daño. Otra evidencia de su presencia son sus huellas y senderos que van a las áreas afectadas, así como los excrementos que se encuentran en esas áreas (Rodríguez, 1980).

Los daños que sufren los bosques por la acción de la fauna silvestre consisten principalmente en ramoneo o en el descortezamiento de las plántulas. Además también dañan las yemas y/o ramas y presentan el característico corte en bisel (ángulo de 45°). Generalmente la planta rebrota pero puede secarse. Muchas veces el corte es recurrente y la planta termina muriendo o arpillándose.

En el caso de la liebre se ha comprobado que el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) es la especie preferentemente atacada y, en menor grado, los pinos, oregón (*Pseudotsuga menziesii*) y murrayana (*Pinus contorta*).

Debido a sus hábitos gregarios es factible observar gran cantidad de conejos en superficies reducidas y, en consecuencia, el porcentaje de daño producido es mucho mayor que el que puede ocasionar la liebre en la misma o en otras áreas.

Por una cuestión de tamaño corporal, tanto las liebres como los conejos afectan a las plantaciones durante los primeros 2 ó 3 años de implantación, es decir, hasta que la planta tiene unos 40-50 cm de altura. Esto en condiciones normales, ya que durante las nevadas los animales pueden tener acceso a la yema apical de plantas de mayor tamaño. Por una cuestión de disponibilidad natural de alimento, los máximos niveles de ataque generalmente se observan durante la época invernal. Por lógica, cuanto mayor es la población de liebres y/o conejos mayor es el daño que provocan (Bonino y Cortés).

2.7.3 Roedores

Desde épocas muy remotas, los roedores (ardillas, tuzas, ratas y ratones) han tenido influencia en las actividades del hombre, principalmente en su agricultura y ganadería debido a su gran adaptabilidad, capacidad reproductora y sus hábitos destructores (González, 1980).

2.7.4 Prevención del daño

Muchos animales, tales como las ratas, liebres, conejos, venados, cabras, vacas, etc, pueden fácilmente acabar con una plantación en unos pocos días. Toda esta fauna, es la principal amenaza contra el éxito de la plantación, durante los primeros cinco años después que se plantó, (capó, 2001).

Es recomendable que en una plantación se elaboren instrucciones específicas para proteger sus plantas de las especies animales que potencialmente las dañan (Capó, 2001). Es también importante definir la época de plantación en función del periodo de lluvias y plantar oportunamente (Prieto, 2006).

La protección contra estos animales puede resultar muy difícil y costosa. Para minimizar el daño producido por *liebres y/o conejos* existen varios métodos aunque los más recomendados son la protección mecánica o química de las plantaciones. La primera consiste en utilizar elementos que excluyen a los animales (alambrado perimetral o protección individual de plantas), mientras que en la segunda se utilizan productos químicos que repelen a los animales (repelentes). Con el fin de elegir el método de control adecuado se recomienda el conteo de heces por m². Con menos de 80-100 heces/m² se recomienda el uso de repelentes, mientras que cuando se supera dicha cifra se recomienda algún método de exclusión.

2.8 Técnicas o métodos de control contra daños ocasionados por fauna silvestre

Es conveniente plantear una estrategia combinada, utilizando plantines con febrífugo, cazando con intensidad y frecuencia en la reforestación y sus alrededores y por último emplear alguna de las alternativas propuestas, según el tipo de plantación y ataque esperado.(CIEFAP, 1994).

Las medidas de control de los daños ocasionados por animales deben de aplicarse a un tiempo, lugar y en circunstancias en las que el animal es más vulnerable y el efecto sobre otras especies es el mismo (Rodríguez, 1980).

2.8.1 Protección mecánica

El alambre tejido perimetral es un método muy eficaz pero su costo reduce su utilización a plantaciones de superficie reducida. Se puede construir el alambrado con este fin utilizando malla tejida (abertura no mayor de 5 cm.) o aprovechar el alambrado tradicional al cual se le agrega una malla metálica o plástica. También se puede recurrir a la protección individual utilizando mallas metálicas (chapa rezago de tapa corona, alambre tejido) o plásticas (plástico corrugado o red), las cuales pueden ser utilizadas nuevamente en otras forestaciones. Según el tipo elegido tienen un costo de \$ 0.15 a \$ 0,50 por planta (Bonino y cortes).

Cualquiera que sea el método de protección, después de instalado es fundamental el mantenimiento en buen estado de conservación con el fin de garantizar su eficacia.

Un método promisorio pero que necesita de ensayos para determinar su eficiencia es el alambrado eléctrico, el mismo utilizado para el ganado doméstico pero a una altura adecuada para repeler liebres y/o conejos.

2.8.2 Repelentes

Son sustancias de origen diverso que, aplicadas sobre las plantas, inhiben el ataque de liebres y/o conejos. Dichas sustancias varían desde preparados caseros (sangre o grasa animal, aceite quemado de automotores, hígado picado en lechada de cal, etc) hasta preparados comerciales. Se recomienda el uso de productos comerciales debido a que su poder repelente persiste durante mucho más tiempo y no se lava fácilmente (además de no dañar a las plantas), (Bonino y cortes).

Algunos de los repelentes disponibles en el mercado consisten de azufre suspendido en materias grasas y otros consisten de sintéticos suspendidos en adhesivos líquidos. Según sean grasos o líquidos, los repelentes se pueden aplicar a los plantines con pincel o con fumigadora de mochila. En el caso del repelente Hinder, el costo de aplicación en una plantación (fumigando planta por planta) es de

aproximadamente \$0.10 ARS/planta (pesos argentinos). Los costos se pueden reducir notablemente aplicando el repelente por inmersión de los atados de plantines antes de la implantación (al menos 12 horas antes). Como las plantaciones en la región se efectúan generalmente a comienzos de la época lluviosa (otoño-invierno), en el caso de un año muy llovedor se recomienda una nueva aplicación al final de dicha época. Durante el segundo año conviene hacer nuevamente una aplicación a principios de otoño y fines de invierno de ser necesario (Bonino y cortes)

Entre los productos comercializables se encuentran:

Repela Glex: Compuesto en base a Thiram (fungicida) suspendido en adhesivo líquido. Se comercializa en bidones de 5 l y se aplica diluído en agua al 2-3%.

Hinder: Compuesto en base a sustancias amoniacaes suspendidas en adhesivo líquido. Se comercializa en bidones de 9 l y se aplica diluído en agua al 10-20% según la época del año (20% a principios del otoño y 10% a fines del invierno).

Paglione: Compuesto en base a azufre suspendido en sustancias grasas. Se aplica con pincel y directamente sobre la planta o sobre una estaca de madera colocada al lado de cada planta.

El Thiram o Arasan es un fungicida que puede ser utilizado como repelente gustativo de liebres y conejos. Se comercializa en forma de polvo que debe ser diluído en agua para poder ser pulverizado sobre las plantas.

2.8.3 Trampeo

Se puede combatir a las liebres, y especialmente a los conejos, utilizando el lazo corredizo comúnmente conocido como guachi. Generalmente estos animales recorren senderos bien trazados hacia las áreas donde ocasionan los daños o utilizan espacios bien definidos a través de los alambrados. Los lazos se hacen de alambre, cable liviano o cuerda de nylon armado, de tal manera que cuando el animal empuje contra él, el lazo se cierra con más firmeza. Los lazos se cuelgan por lo general de los alambrados de manera que queden sobre los senderos. Los

trampeos deberían realizarse en las semanas previas a la implantación y repetirse durante 2 ó 3 años seguidos para la misma época debido a la reinvasión de animales. Este método es sumamente económico aunque requiere de cierta experiencia.

2.8.4 Armas de fuego

El uso de armas de fuego es un método de eliminación selectiva que puede ser útil para poblaciones grandes cuando se utiliza en combinación con otros métodos.

Pueden emplearse carabina calibre 22 o escopeta de bajo calibre. Al igual que los trampeos, las cacerías deberían efectuarse en las semanas previas a la implantación y repetirse durante 2 ó 3 años seguidos para la misma época debido a la reinvasión de animales.

El fomento de la caza puede ser utilizado con cierto éxito, especialmente cuando los animales pueden ser aprovechados por frigoríficos que faenan estas especies.

2.8.5 Perros

El uso de perros para ahuyentar a liebres y conejos es poco efectivo ya que los animales retornan rápidamente al área después del ahuyentamiento. Además, tiene la desventaja de que requiere una permanente inversión horas/hombre.

2.9 Otros métodos para el control de *roedores*

2.9.1 Control directo

Mecánico/manual: Trampas, caza, ultrasonido, barreras físicas, maquina destructora de madrigueras.

Químico: Venenos de ingestión, venenos de contacto, inhibidores de la reproducción, fumigantes, tóxicos (Rodríguez, 1980).

2.9.2 Control indirecto

Manipulación del hábitat: Limpieza de canales y bordos, prácticas agrícolas adecuadas, policultivos, plantas resistentes al ataque de roedores.

Depredadores: Protección de enemigos naturales, introducción de depredadores y parásitos (González, 1980).

2.10 Plantaciones forestales en zonas áridas y semiáridas

Se puede definir a la plantación forestal como el cultivo forestal establecido artificialmente, ya sea por plantación de arbolitos o por siembra directa (Patiño y Vela, 1981).

La creciente importancia de las plantaciones forestales, como medida para la recuperación de ecosistemas, así como para la obtención de materias primas, para uso industrial y doméstico y los beneficios diversos que se generan con su creación, pone de manifiesto la relevancia ecológica, económica, social y política de su establecimiento y cuya implementación debe ser considerada como una acción de tipo prioritario, dentro de la actividad forestal (Rosas, 1989)

Considerando que la mayor parte de la región árida y semiárida del país se localiza en la porción norte del país, el mayor esfuerzo de reforestación, se ha realizado fundamentalmente en los estados localizados en dicha zona, particularmente en Coahuila y Chihuahua.

En el estado de Coahuila, el INIF, realizó ensayos de introducción de especies, logrando la formación de bosquetes de *Eucalyptos camaldulensis*, *Pinus rudis*, *Pinus arizonica*, y *Pinus halepensis*.

Un importante logro de reforestación alcanzado en el estado de Coahuila, son las plantaciones que a partir de la primera mitad de la década de los años sesenta, se efectuaron en la sierra de Zapalinamé. Se estima que la reforestación en dicha

Sierra ha cubierto más de 1,200 hectáreas, con el empleo de las especies exóticas “Pino halepo” (*Pinus halepensis*) y especies nativas como “Pino piñonero” (*Pinus cembroides*) y “Cedro blanco” (*Cupressus arizonica*).

En el estado de Chihuahua, desde hace más de veinte años, la delegación estatal de la SARH, algunas unidades forestales, como es el caso de Bosques de Chihuahua, y otras empresas, realizaron varios ensayos con pinos locales (*Pinus engelmannii*; *Pinus duranguensis* y *Pinus arizonica*, entre otros) y algunas especies exóticas, particularmente *Pinus brutia* var. *eldarica* y *Pinus halepensis*. Algunos ejemplos son los alrededores de la presa Chubiscar, donde desde 1976, se inició un proceso de plantación que a la fecha es de aproximadamente 20 hectáreas con el empleo de *Pinus halepensis* y *Pinus brutia* y los alrededores de la planta industrial de Anáhuac, donde plantaron más de medio millón de las especies mencionadas (Caballero, 2000).

En el estado de San Luis Potosí, en el área experimental la Pila, se establecieron en 1977 Plantaciones de *Pinus halepensis*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Cupressus sempervirens* en cuencas de captación de humedad (Caballero, 2000).

Donde las condiciones ecológicas son más severas, como ocurre en varias zonas de los estados de Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas, los trabajos de reforestación se han hecho utilizando especies forestales no maderables que exhiben mayor nivel de adaptación a esas localidades. Algunas de ellas son la lechuguilla, la candelilla, la joroba, y diversas especies de agave y cactáceas (Caballero, 2000).

En materia ambiental, las plantaciones forestales permiten restaurar y recuperar la biodiversidad al disminuir la presión sobre el uso de los recursos forestales naturales, mejora el ciclo hidrológico, la recarga de los acuíferos, la calidad del agua y restablecen el hábitat para la fauna silvestre. Las plantaciones forestales son la mejor estrategia con que cuenta la humanidad para capturar el bióxido de carbono que provoca el calentamiento de la tierra por el efecto invernadero y, además de capturarlo, lo fijan y retienen en las fibras de madera, no importa que sean aprovechadas y empleadas por el hombre en forma de papel, cartón, muebles o construcciones (González, 2000)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área experimental se localiza aproximadamente a 74 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, estando el acceso por la Carretera Federal 54 que conduce a Zacatecas hasta llegar al Ejido San Juan del Retiro, municipio de Saltillo, Coahuila. Se toma una desviación en el entronque que conduce al núcleo poblacional del ejido, que son aproximadamente 3 kilómetros y posteriormente se toma un camino de terracería de 4 kilómetros hasta llegar al área de estudio (Figura 1).

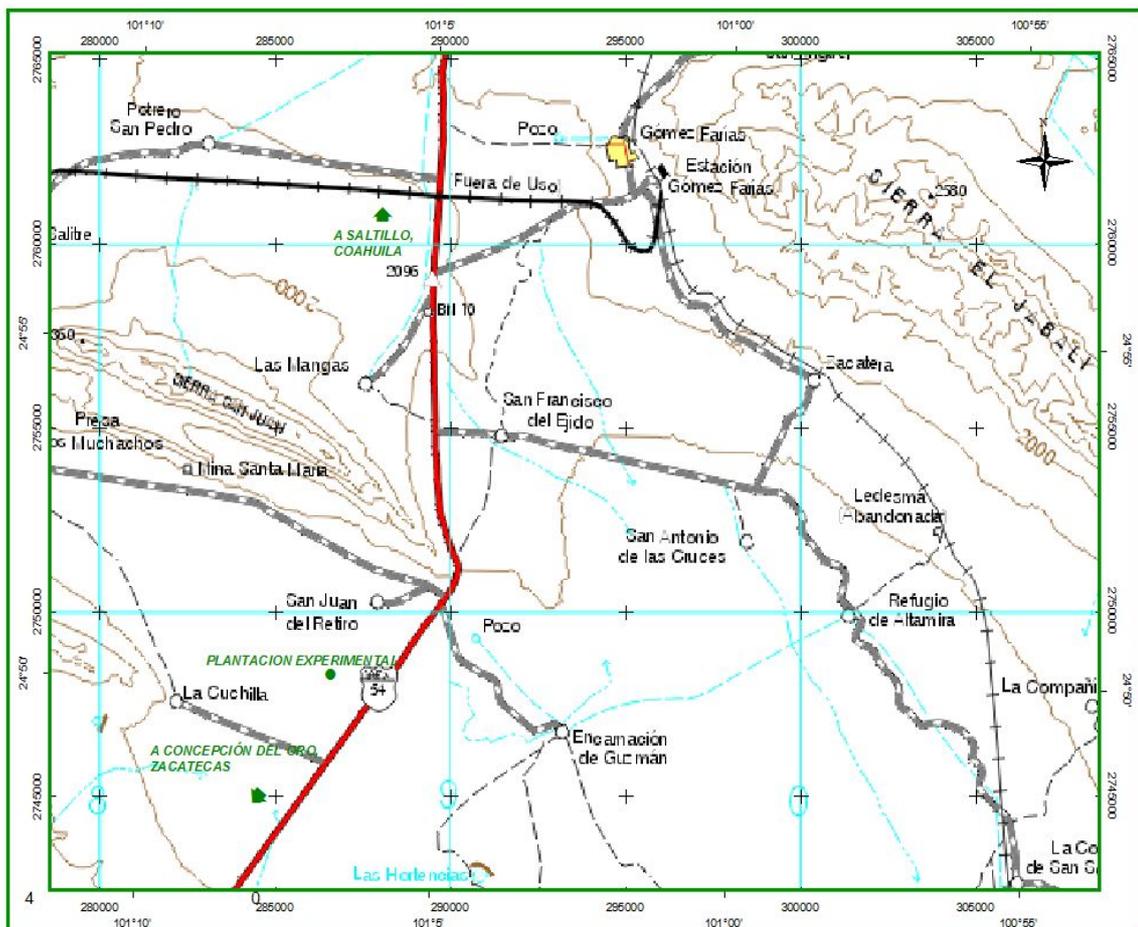


Figura 1. Ubicación geográfica de la plantación experimental de *Prosopis glandulosa*, Escala 1:125,000 metros, Datum WGS 84, Proyección UTM, Zona 14, Unidad metros, Carta Topográfica, INEGI. 2001 Concepción del Oro G15-10, Escala 1:250,000.

3.2 Descripción de las condiciones físicas y biológicas

3.2.1 Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García (1998), el clima es del tipo BS₀ h w (e) que corresponde a clima seco o estepario, semicálido, con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22° C y la del mes más frío <18° C. El régimen de lluvias es de verano, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual. Clima extremo con oscilaciones entre 7° y 14° C. La precipitación varía entre 300 y 400 mm anuales, (SPP, 1983).

3.2.2 Geología

Las rocas presentes en el predio, son de tipo sedimentarias y corresponden a conglomerados. Se encuentran escasamente presentes en el valle, ya que el suelo es plano, profundo y con escasa pedregosidad. En los lomeríos y sierras predominan las rocas calizas y lutitas (CETENAL, 1975a).

Conglomerado. Roca constituida predominantemente por fragmentos detríticos superiores a los 2 mm, con una matriz de arenosa a arcillosa y un cemento de precipitación química. En sus líneas esenciales, los distintos tipos de conglomerados pueden referirse a los correspondientes de las areniscas: cantos de cuarzo, cuarcitas y sílex (con matriz compuesta por arena cuarzosa y cemento silíceo o calcáreo), arcósicos, llamados también graníticos, de cantos graníticos con matriz arenosa de los minerales comunes (como cuarzo, feldespatos y micas) y matriz arcillosa esencialmente caolinita. El color va del rosa al gris, (SPP, 1983).

Calizas. Son rocas que están constituidas esencialmente por calcita. La composición mineralógica puede variar desde casi el 100 % de calcita hasta un mínimo de 50 %, con el resto formado por los minerales más comunes de las rocas sedimentarias, como dolomita, cuarzo y feldespatos, y minerales arcillosos. Las calizas son de gran importancia industrial y económica pues son la materia prima de la industria cementera y para la elaboración de cal (Gutiérrez, 1983).

3.2.3 Suelo

Los suelos son del tipo aluvial.

Los suelos presentes en este predio, son de los tipos xerosol haplico y cálcico, sin fase salina a moderadamente salinos, además de vertisol crómico y zolonchak órtico, los cuales se localizan en el valle, presentan textura fina; en el pié de monte se asocian con regosol calcárico, de textura media, ambos en ocasiones con fase petrocálcica y petrocálcica profunda. En las sierras el tipo de suelo corresponde a litosol, de textura media (CETENAL, 1975b).

Xerosol haplico. Son suelos de zonas áridas y semiáridas con un horizonte A ócrico, y contenido moderado de materia orgánica; pueden presentar horizonte B cámbico. En condiciones de disponibilidad de agua, son capaces de lograr una elevada producción agrícola. Los más fértiles de este subgrupo son los que tienen elevado contenido en material calcáreo.

Vertisol crómico. Suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Tienen dificultades en su labranza, pero son adecuados para una gran variedad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen; si el agua de riego es de mala calidad pueden salinizarse o alcalinizarse. Son de color gris en la superficie y generalmente de manejo más fácil que los de color negro.

Solonchak órtico. Suelos con horizonte sálico o con elevado contenido de sales cuando menos en alguna de sus capas. No son aptos para actividades agrícolas. Requieren lavado intenso si se van a destinar para ese fin. Algunos se pueden destinar a pastizales con especies resistentes.

Litosol. Suelos de menos de 10 cm de espesor, sobre roca o tepetate. Son suelos azonales con un solum incompleto o cuya morfología no se encuentra claramente manifiesta debido a la presencia de masas rocosas recientemente intemperizadas en forma parcial. Suelos que tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo edáfico y que consiste principalmente en una parte de masa intemperizada de fragmentos de roca o de roca casi estéril.

Los suelos donde se distribuye el mezquite son de los tipos xerosol haplico y solonchak órtico, y donde se distribuye el pino son del tipo litosol y regosol calcárico (Nájera, 2000).

3.2.4 Fisiografía

La fisiografía del predio se caracteriza por una topografía que consiste en terrenos planos en el valle, donde se ubica el área agrícola y donde se distribuye el mezquite, y terrenos ligeramente inclinados con pendientes menores de 12 %, en el pié de monte y lomeríos, hasta pendientes mayores en las sierras. La exposición que domina es zenital, presentándose también la norte y sur. La elevación del terreno varía entre 1740 y 2450 m.s.n.m. (carta topográfica del (INEGI, 2005).

3.2.5 Hidrología

El ejido San Juan del Retiro se encuentra en la región hidrológica "RH 37", el Salado, cuenca "C", Sierra de Rodríguez, Subcuenca "b", Concepción del Oro. El coeficiente de escurrimiento varia de 0-5%.(INEGI, 2005)

3.2.6 Vegetación

Los tipos de vegetación que existen en el predio y las especies que los conforman se describen a continuación (Nájera, 2000 y 2007).

Mezquital. Se caracteriza por el predominio del mezquite, al cual debe su nombre; en condiciones favorables se asocia con huamúchil o con ébano. En zonas áridas el mezquite es dominante.

Las principales especies presentes en el predio, en este tipo de vegetación son *Prosopis glandulosa* (Mezquite), *Berberis trifoliolata* (Agrito), *Echinocereus conglomeratus* (Alicoche), *Opuntia imbricada* (Cardencha), *Opuntia leptocaulis* (Tasajillo), *Opuntia rastrera* (Nopal rastrero), *Opuntia microdasis* (Nopal cegador),

Flourensia cernua (Hojesén), *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Koeberlinia sp* (Junco) y *Atriplex canescens* (Costilla de vaca).

Matorral desértico rosetófilo (crasirosulifolio espinoso). Corresponde en su mayor parte al tipo de vegetación llamado magueyal, lechuguillal, y guapillal. Su nombre deriva del hecho de que su fisonomía se debe a especies arbustivas de hojas alargadas y angostas, agrupadas a manera de roseta. En este grupo de plantas se encuentran las de tipo arborescente, por tener el tallo bien desarrollado en el género *Yucca*, y las que tienen su tallo poco desarrollado con el conjunto de hojas que forman la roseta en la base de la planta, como en el género *Agave*. Se encuentran en las laderas de los suelos calizos y margosos de diversas zonas de la altiplanicie y desciende hasta las partes superiores de los abanicos aluviales, en la base de los mismos cerros. Cuando se localizan en sitios con poca pendiente se debe a que el suelo contiene abundante grava y fragmentos de roca caliza.

Matorral desértico micrófilo (inerme y subinerme). Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja o folíolo pequeño; se encuentra en los terrenos planos y en las partes inferiores y laderas de los cerros de una gran zona del altiplano y al norte, noreste y noroeste del país. Los suelos son de origen aluvial, sobre depósitos profundos acumulados en el fondo de los valles, o bien sobre depósitos más someros y algo pedregosos de las porciones inferiores de los abanicos aluviales en las bases de los cerros. Este tipo de vegetación presenta algunas variantes, en cuanto a la composición florística y a la altura de los mismos componentes. Algunos arbustos pierden con regularidad su follaje, mientras que otros son perennifolios. La variante más notoria está constituida por la gobernadora, como especie dominante, además de hojasén, mezquite y cardenche.

Izotal. Asociación vegetal en la cual predominan especies del género *Yucca*, las cuales se asocian con especies que se localizan en los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo. Este tipo de vegetación se distribuye en terrenos ligeramente inclinado y con buen drenaje. En este predio la especie dominante es *Yucca filifera*.

Bosque de pino. Asociación vegetal en la cual predominan especies del género *Pinus*, las cuales se asocian con especies arbustivas o arbóreas de los géneros

Quercus, *Cupressus* o *Juniperus* principalmente; en ocasiones, en los bosques de pino de zonas semiáridas se encuentra *Yucca carnerosana*. En este ejido la especie presente es *Pinus pinceana*, la cual se encuentra en la porción sur del ejido en la sierra que colinda con el estado de Zacatecas, en exposición norte.

3.2.7 Fauna silvestre

La fauna silvestre que se localiza en el predio, es la típica de las regiones áridas y semiáridas, y está constituida por las principales siguientes especies: *Canis latrans* (Coyote), *Mephitis macroura* (Zorillo), *Lepus californicus* (Liebre), *Sylvilagus floridanus* (Conejo), *Geococcyx californicus* (Correcaminos), *Dipodemys merriami* (Rata canguro), *Cathartes aura aura* (Aura), *Corvux corax* (Cuervo), *Bubo virginianus* (Tecolote), *Buteo jamaicensis* (Aguililla cola roja), *Callipepla squamata* (Codorniz escamosa) y *Crotalus sp.* (Víbora de cascabel) (Nájera, 2000 y 2007).

IV. METODOLOGIA

A continuación se describe la metodología que fue empleada en la preparación del terreno y trazo de las parcelas demostrativas y la secuencia de la investigación en el área experimental de mezquite.

4.1 procedimiento experimental

4.1.1 Establecimiento de la plantación

El trabajo de investigación se fundamentó en el establecimiento de una plantación de *Prosopis glandulosa* (Mezquite), en una superficie de 2500 m² con el objeto de evaluar la efectividad de mecanismos de protección contra el daño de roedores y lagomorfos en plantas de mezquite, utilizando protectores físicos y repelentes; además se evaluó el crecimiento de las plantas al ser protegidas por estos métodos de protección.

El área de estudio se excluyó con una cerca de alambre de púas, para evitar el daño por ganado domestico.

4.1.2 Número de plantas utilizadas

En el establecimiento de la plantación se utilizaron 10 tratamientos con tres repeticiones y el número de plantas por unidad experimental es de 10 plantas, con una cantidad de 30 plantas por tratamiento y el total de plantas de los 10 tratamientos es de 300, de plantas de mezquite, trasladados de la ciudad de Saltillo hasta el lugar de la plantación experimental con los cuidados necesarios.

4.1.3 Preparación de cercado

Posterior a la preparación y delimitación del terreno se trazó el área experimental levantando un cercado de 200 m lineales, utilizando postes de mezquite para cerca

de buena calidad, con alambre de púas. Se Dejó una entrada de acceso para el acarreo de agua para riego, al oeste de la plantación.

4.1.4 Preparación de cepas

La preparación de cepas fue muy simple ya que se realizó conforme al diseño de los tratamientos, en forma de fosas en contorno de 40 centímetros de diámetro y 40 centímetros de profundidad.

4.1.5 Especie a evaluar

En el establecimiento de la plantación experimental se utilizaron 300 plántulas de *Prosopis glandulosa* (Mezquite).

4.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos aplicados consistieron en utilizar mecanismos de control por exclusión y protección física individual a las plantas, así como el uso de repelentes, tanto químicos como de elaboración específica. Los tratamientos incluyen la evaluación de los siguientes sistemas de protección a todas las plantas de mezquite.

4.2.1 Exclusión

Tratamiento 1: Cercado con malla de gallinero, malla hexagonal, entronchado extra, doble alambre orillero con 2.5 cm de diámetro de abertura, 90 cm de altura (Figura 2).

Tratamiento 2: Cercado con malla de gallinero, malla hexagonal, entronchado extra, doble alambre orillero con 2.5 cm de diámetro de abertura, 120 cm de altura (Figura 3).



Figura 2. Malla gallinera de 90 cm de altura.



Figura 3: Malla gallinera de 120 cm de altura.

4.2.2 Protectores individuales

Tratamiento 3: Tubex Tree Shelter®, son un instrumento importante al intentar establecer plantas de semillero de árboles difíciles de cultivar en sitios difíciles. Está constituido por un material UV-estabilizado de polipropileno co-polímero, doble sin fisuras de paredes, tubular, color verde, diseñado para la integridad estructural y durabilidad, con altura disponible en 1.20, metros, con diámetro de 4 y 5 pulgadas, con lazos de sujeción, diseñado para su colocación con tutor, el que es soporte y guía de la planta durante varios años hasta su degradación (Figura 4).



Figura 4: Tubex Tree Shelter®.

Tratamiento 4: Protex Pro Gro®, sus características son: altura 60.96 centímetros, 4 pulgadas de diámetro; los tubos Protex Pro Gro estimulan el rápido crecimiento en altura. Estos tubos aumentan efectivamente los niveles de dióxido de carbono, humedad relativa y temperatura dentro del tubo. El efecto es un pequeño invernadero y la aceleración de la fotosíntesis. Estos tubos proporcionan protección contra la desecación del viento, ciervos y alces, conejos y pequeños roedores. Al unir dos o más de las hojas se puede ajustar el diámetro del tubo para satisfacer las necesidades; pueden ser reutilizables para una segunda instalación (Figura 5).



Figura 5: Protex Pro Gro.

Tratamiento 5: Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) de 3 pulgadas de diámetro y 30 centímetros de altura (Figura 6).



Figura 6: Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC).

Tratamiento 6: Envase de cartón plastificado, de 30 centímetro (Figura 7).



Figura 7: Cartón plastificado.

4.2.3 Repelentes

Tratamiento 7: Extracto de Pirul (*shinus molle*). El pirul es un árbol traído del sur de América y es muy común en todo México. Pertenece a la familia de las Anacardiáceas, cuenta con un tronco recto, corteza resquebrajada y ramas colgantes, Los frutos aparecen en otoño y persisten en el invierno, El aceite esencial de las hojas y frutos ha mostrado ser un efectivo repelente de insectos,

particularmente contra la mosca casera. El fruto puede contener 5 % de aceite esencial y las hojas 2 % (SIF, 2000). Este producto fue obtenido a través de un proceso de varias fases de molienda en una licuadora, para extraer el sustrato a utilizar y su posterior aplicación (Figura 8).



Figura 8: Extracto de Pirul.

Tratamiento 8: Deer Away repellent®, está diseñado para proteger las plantas, los árboles y arbustos, contra los daños causados por los venados, caza mayor y otros animales como conejos y ardillas. El ingrediente activo en todos los productos Deer Away es huevos sólidos podridos, repele el olor y el sabor. A diferencia de productos que repelen sólo por gusto, se aplica para evitar que las plantas sean mordidas por lagomorfos y roedores, dura un máximo de tres meses (Figura 9).



Figura 9: Deer Away

Tratamiento 9: Deer Off®, es un disuasor de renos, biodegradable, de utilización en plantas, incluidas las plantas alimenticias y los cultivos. Se debe utilizar Deer-Off al menos una vez en la temporada para mejores resultados. Cada aplicación es a prueba de cambios climáticos y dura tres meses. Está disponible en una botella lista para usar como pulverizador o concentrado. También es efectivo contra conejos, ratones de campo, topos y ardillas. Se debe suspender el uso dos semanas antes de la cosecha. Su combinación de cáscara de huevo, aceite de ajo y pimiento picante la hacen un disuasor efectivo (Figura 10).



Figura 10: Deer Off.

Tratamiento 10: Testigo. Plantas de *prosopis glandulosa* sin ninguna protección (Figura 11).



Figura 11: Testigo.

4.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental Completamente al azar, con 10 tratamientos y con tres repeticiones por tratamiento; la unidad experimental fue de 10 plántulas para cada repetición. Los tratamientos se instalaron y aplicaron al momento de la plantación (Cuadro 1).

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

i= 1, 2, 3 (Tratamientos)

j= 1, 2, 3 (Repeticiones)

Donde:

Y_{ij} = Valor observado en las diferentes variables.

μ = Efecto de la media poblacional.

T_i = Efecto verdadero del i-esimo tratamiento.

E_{ij} =Error experimental en la j-esima repetición.

4.4 Medición y definición de Variables

4.4.1 Variables a evaluar

Las variables consideradas para la evaluación de cada uno de los tratamientos son el grado de afectación por categoría de daño y variables dasométricas (altura) para cada fecha de evaluación.

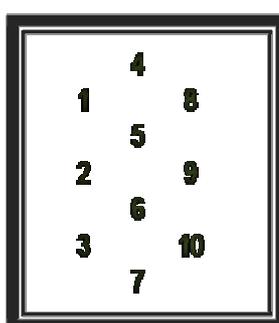
4.4.2 Categoría de daño

Las categorías de daño son tres, las clasificaciones se hicieron según el grado de afectación; planta sin daño, planta viva dañada por lagomorfos o roedores y planta muerta por diferentes factores (Cuadro 2).

Cuadro1. Croquis del diseño experimental completamente al azar con la distribución de tratamientos y repeticiones.

T2R1	T4R3	T3R3		T8R2	T6R3		
T6R2			T9R3		T5R3		T2R2
	T5R1	T8R1		T1R2			T4R1
T7R2		T3R2		T7R3	T8R3		T10R1
T9R2	T1R1		T10R3	T2R3		T1R3	T6R1
T10R2	T3R1	T7R1			T9R1		
T5R2						T4R2	

NUMERACIÓN DE LAS PLANTAS



4.4.3 Variables dasométricas

En cuanto a las variables dasométricas se evaluó únicamente la altura de las plantas de los diez tratamientos durante las tres evaluaciones, obteniendo una altura final de cada período. (Cuadro 6).

4.4.4 fechas de evaluación

Se realizaron tres evaluaciones durante el experimento en diferentes fechas realizándose una medición inicial en altura en el mes de octubre de 2006; la primera evaluación se efectuó en el mes de septiembre de 2007, donde se evaluó el grado de afectación y medición de altura; y en la segunda evaluación de igual forma se evaluó el grado de afectación y medición de altura, (Cuadro 3)

Cuadro 2. Clasificación de plántulas según el grado de afectación.

Clasificación	Descripción
1	Planta sin daño
2	Planta viva dañada por lagomorfos o roedores
3	Planta muerta por diferentes factores

Cuadro 3. Evaluaciones realizadas durante el experimento.

Medición inicial (establecimiento)	Primera evaluación	Segunda evaluación
octubre/2006	Septiembre/2007	Enero /2008

La preparación del terreno y el establecimiento de la plantación se realizó durante el mes de octubre de 2006 con la especie *Prosopis glandulosa*, con el objeto de evaluar los daños causados por lagomorfos o roedores, con un total de 300 plántulas, se trasplantaron en calidad de plántulas y se realizó una medición inicial con regla de 30 Centímetros de cada plántula de todos los tratamientos; para la segunda medición se realizaron trabajos de medición de alturas y se evaluaron daños causados por lagomorfos y roedores; para la tercera medición, de igual forma se realizó la medición y evaluación final de daños causadas por lagomorfos y roedores.

4.5 Análisis estadístico

Para el proceso de la información se capturó la información en una base de datos Microsoft Office Excel donde se generaron datos que se clasificaron por tratamiento,

repetición, número de planta, y observaciones por cada medición de las variables evaluadas; además se realizó un análisis de varianza, pruebas de comparación de medias y un análisis de frecuencias para cada una de las clasificaciones.

Para conocer los parámetros de altura media y el crecimiento medio, los datos de campo fueron procesados y analizados en el paquete Statistical Analysis System (SAS) para generar los resultados del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de Tukey, a fin de analizar y detectar diferencias significativas entre los tratamientos, (SAS Institute,1987)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Grado de afectación y sobrevivencia

5.1.1 Grado de afectación y sobrevivencia durante el período de octubre del 2006 a septiembre del 2007

Las medias de las variables de grado de afectación y sobrevivencia, mostraron diferencias numéricas en porcentajes. En el Cuadro 4 se presenta los porcentajes de afectación en cada tratamiento de acuerdo a la clasificación que se obtuvo en cada uno. La comparación de estos porcentajes permitió identificar los tratamientos más eficientes y los menos eficientes de los mecanismos de protección contra lagomorfos y roedores.

Los tratamientos que mostraron mejor efectividad contra el ataque de liebres fueron los siguientes: El tratamiento T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm altura) mostró en la clasificación 1 un porcentaje de 100 %; en la clasificación 2, un 0%, y en la clasificación 3, un 23.33%. El T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm altura), presentó en la clasificación 1 un 100% de efectividad; en la clasificación 2, un 0%, y en la clasificación 3, un 10%; la causa de mortalidad en los T1 y T2 fue la sequía.

Les siguen en efectividad el T4 (Protex Pro Gro), T6 (Envase de cartón plastificado), T3 (Tubex Tree Shelter), y T7 (Extracto de Pirul) con porcentajes de plantas sin daño de 96.67%, 96.67%, 93.33% y 90.00%, respectivamente. El porcentaje de daño observado fue ocasionado por liebres en todos los tratamientos. No se encontraron evidencias de daños por roedores. Otros tratamientos que también resultaron eficientes fueron el T5 (Tubos de Policloruro de Vinilo PVC) y el T8 (Deer Away) con 90% de efectividad cada uno. En estos tratamientos el daño fue principalmente por roedores y la causa de mortalidad en este caso se atribuye a la sequía. El tratamiento T9 (Deer Off) presentó en la clasificación 1 un 86.67%, en la clasificación 2 un 13.33%, y en la clasificación 3 un 0.00%. Estos tratamientos resultaron ser los menos efectivos, ya que mostraron los porcentajes más bajos en la clasificación 1, con excepción del testigo (Cuadro 4).

El tratamiento T10 (Testigo), mostró en la clasificación 1 (Plantas sin daño) un porcentaje del 0%; en la clasificación 2, (planta viva dañada por lagomorfos o roedores) un porcentaje del 73.33%, y en la clasificación 3, (Plantas muertas por diferentes factores) arrojó como resultado un 26.67%, siendo el que presentó la más alta mortalidad.

Cuadro 4. Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de octubre de 2006 a septiembre de 2007.

TRATAMIENTO	EVALUACIÓN DE OCTUBRE DE 2006 A SEPTIEMBRE DE 2007(%)		
	Planta sin daño (%)	Planta viva dañada por lagomorfos y roedores (%)	Planta muerta por diferentes factores (%)
1.-Cercado con malla gallinera 90 cm de altura.	100	0.00	23.33*
2.-Cercado con malla gallinera 120 cm de altura.	100	0.00	10.00*
3.- Tubex Tree Shelter.	93.33	6.67	0.00
4.-Protex Pro Gro.	96.67	3.33	0.00
5.-Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC).	90.00	10.00	0.00
6.-Envase de Cartón plastificado.	96.67	3.33	0.00
7.-Extracto de Pirul.	90.00	10.00	0.00
8.-Deer Away.	90.00	6.67	3.33
9.-Deer Off.	86.67	13.33	0.00
10.-Testigo.	0.00	73.33	26.67

*Plantas muertas por sequía.

En la Figura 12 se realiza un análisis comparativo de efectividad entre todos los tratamientos, y en ella se puede apreciar que los tratamientos que presentaron mayor efectividad

En cuanto a la primera clasificación (Planta sin daño) los mecanismos más eficientes son, T1 (Cercado con malla gallinera de 90 cm de altura), 100% y T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm de altura), con el 100%. Les siguen en efectividad T4 (Protex Pro Gro) y T6 (Envase de cartón plastificado) ya que tienen el mayor porcentaje con

96.67% cada uno; el T3 (Tubex Tree Shelter) y el T7 (Extracto de Pirul) con el 93.33% y 90% respectivamente.

En el análisis de los resultados de la segunda clasificación (Planta viva dañada por lagomorfos y roedores), los tratamiento que presentaron más daños en la primera evaluación fueron: el T9 (Deer Off), con un porcentaje del 13.33% y el T5 (Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC), con un porcentaje del 10% de grado afectación (Figura 12).

En la tercer clasificación (Plantas muertas por diferentes factores), el porcentaje de mortalidad mayor lo obtuvo el tratamiento T10 (Testigo), con el 26.66% de mortalidad (Figura 12).

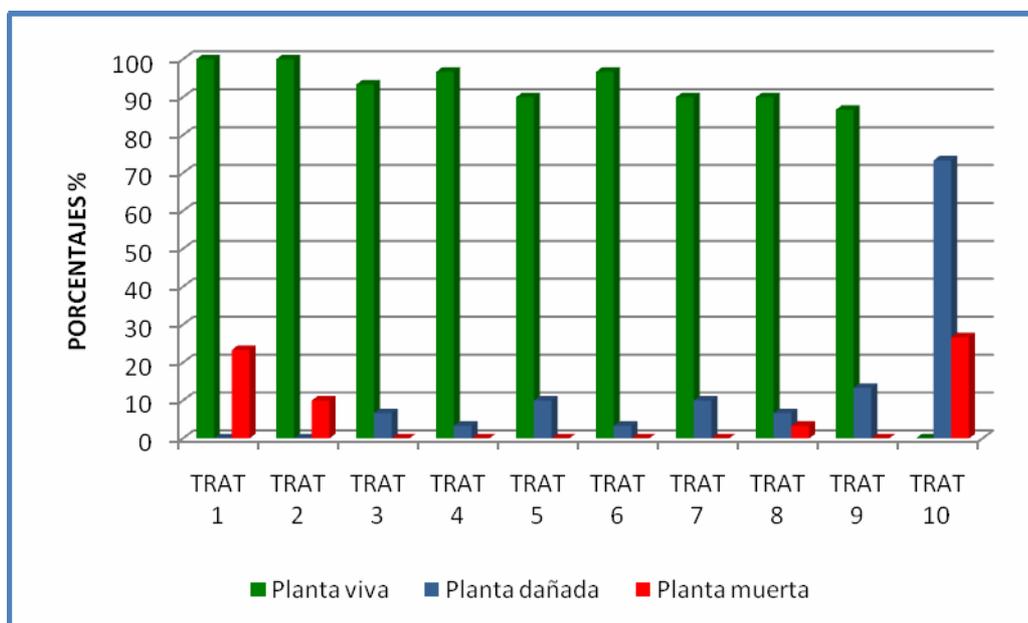


Figura 12. Grado de afectación y sobrevivencia por tratamiento en la primera evaluación.

5.1.2 Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de octubre de 2007 a enero del 2008

El análisis de las medias de las variables, de grado de afectación y sobrevivencia, mostró diferencias numéricas en porcentajes. En el Cuadro 5 se presenta el porcentaje de afectación final en cada tratamiento, de acuerdo a la clasificación de plántulas según el grado de afectación.

La segunda evaluación del grado de afectación de los 10 tratamientos, mostró como resultado que el tratamiento T10 (Testigo), aumentó considerablemente el porcentaje de la clasificación 3 (Planta muerta por diferentes factores) con mayor índice de mortalidad de las plantas, con un 40 %; en la clasificación 2 (Planta viva dañada por lagomorfos y roedores) un porcentaje del 60% de grado de afectación, y en la calificación 1 (Planta sin daño) el porcentaje resultó ser de un 0%.

En esta segunda evaluación, los tratamientos que mostraron mejor efectividad son El T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm altura) en la clasificación 1 con un porcentaje de 100 %; en la clasificación 2, un 0%, y en la calificación 3 un 26.67%. El T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm altura), presentó en la clasificación 1 un 100% de efectividad; en la clasificación 2 un 0%, y en la clasificación 3, un 16.66%; la causa de mortalidad en los T1 y T2 fue la sequía.

En efectividad le siguen los tratamientos T3 (Tubex Tree Shelter) y T4 (Protex Pro Gro) con porcentajes de plantas sin daño del 93.33% y 76.67%, respectivamente, se observó que los daños fueron causados principalmente por liebres, en algunos tratamientos.

Cuadro 5. Grado de afectación y sobrevivencia durante el periodo de septiembre de 2007 a Enero de 2008.

TRATAMIENTO	EVALUACIÓN DE SEPTIEMBRE DE 2007 A ENERO DE 2008(%)		
	Planta sin daño (%)	Planta viva dañada por lagomorfos y roedores (%)	Planta muerta por diferentes factores (%)
1.-Cercado con malla gallinera 90 cm de altura.	100	0.00	26.67*
2.-Cercado con malla gallinera 120 cm de altura.	100	0.00	16.66*
3.- TubexTree Shelter.	93.33	0.00	6.67
4.-Protex Pro Gro.	76.67	23.33	0.00
5.-Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC).	33.33	66.67	0.00
6.-Envase de Cartón Plastificado.	60.00	40.00	0.00
7.-Extracto de Pirul.	50.00	50.00	0.00

Continúa Cuadro 5

8.-Deer Away.	26.66	66.67	6.67
9.-Deer Off.	30.00	66.67	3.33
10.-Testigo.	0.00	60.00	40.00

*Plantas muertas por sequía.

Los tratamientos que tuvieron severos incrementos de daños en la clasificación 2 (planta viva dañada por lagomorfos o roedores), fueron los tratamientos T5 (Tubos de PVC), T8 (Deer away) y T9 (Deer off), con valores del 66.67% de daño causado por mordeduras de liebres en los tallos.

Al comparar los resultados de grados de afectación para saber que tratamientos o mecanismos de protección son los más efectivos, y cuáles son los menos eficientes, se representa en la Figura 13 las variaciones en efectividad de la segunda evaluación

En la clasificación 1 se puede apreciar que los tratamientos más efectivos y que tuvieron mínimo grado de daño son el tratamiento T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm de altura) y T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm de altura) con el 100% de plantas sin daño; le siguen los tratamientos T3 (Tubex Tree shelter) con el 93.33% y T4 (Protex Pro Gro) con porcentaje del 76.67%.

En la clasificación 2 los tratamientos que sufrieron severos daños fueron los tratamientos T5 (Tubos de PVC), T8 (Deer Away), T9 (Deer Off), y el T7 (Extracto de Pirul); los tres primero presentaron un porcentaje igual del 66.67%, y el cuarto, el 50% de grado de afectación.

En la clasificación 3, los tratamientos que tienen mayor porcentaje de mortalidad son el T10 (Testigo) con un porcentaje del 40% de planta muerta, y el T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm de altura), con el 26.67%. Cabe señalar que en el testigo, la mortalidad de las plantas fue ocasionada debido a daños por liebres y al período de sequía que fue muy extenso en la región.

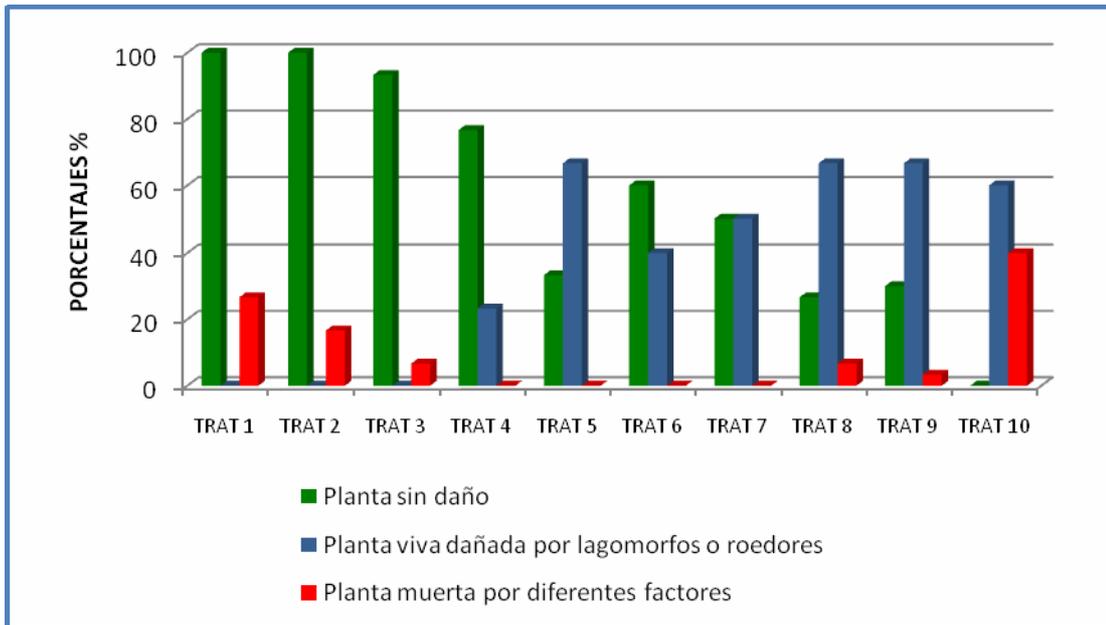


Figura 13. Grado de afectación y sobrevivencia por tratamiento en la segunda evaluación.

En la Figura 14 se presentan las variaciones o diferencias que se obtuvieron en las dos evaluaciones. En la clasificación 1 se observaron variaciones en la mayoría de los tratamientos a excepción de los tratamientos que se mantuvieron constantes en cuanto a planta sin daño y que fueron más efectivos en cuanto a protección, los cuales fueron el T1(Cercado con malla gallinera 90 cm de altura) que presentó en la primera evaluación un porcentaje de 100% y en la segunda evaluación también un 100%, y T2(Cercado con malla gallinera 120 cm de altura) que en la primera evaluación presentó un porcentaje de 100% y en la segunda evaluación igual, 100%. Estos tratamientos fueron los que mantuvieron porcentajes de efectividad más estables. En efectividad le sigue el T3 (Tubex Tree Shelter) que mostró tanto en la primera como en la segunda evaluación un 93.33% de efectividad;

En la clasificación 2, los resultados en las dos evaluaciones mostraron variaciones significativas ya que se presentó un incremento en el porcentaje de daños, entre la primera y la segunda evaluación. Los incrementos de daños más notorios se presentaron en los tratamientos T5 (Tubos PVC), cuyo porcentaje en la primera evaluación fue del 10%, y se incrementó en la segunda evaluación al 66.67%, en el porcentaje de daños. Le siguen los tratamientos T8 (Deer Away) con un porcentaje del 6.67% en la primera evaluación, el cual se incrementó a 66.67% en la segunda evaluación, y el T9 (Deer Off), con un porcentaje del 13.33% en la primera

evaluación y un 66.67% en la segunda; dichos tratamientos se consideran como los más variables entre las dos evaluaciones de cada periodo.

En la clasificación 3, los tratamiento que resultaron con mayor mortalidad fueron los tratamientos T10 (Testigo) con un porcentaje en la primera evaluación del 26.67%, el cual se incrementó en la segunda evaluación al 40%. Este fue el tratamiento con mayor índice de mortalidad en las dos evaluaciones. El tratamiento T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm de altura) presentó en la primera evaluación 23% de mortalidad, pero esto fue ocasionado por sequía y en la segunda evaluación tuvo un incremento al 26.67% de mortalidad.

Los mecanismos de protección más eficientes, según los resultados obtenidos hasta la fecha de la segunda evaluación, fueron los tratamientos T1 (Cercado con malla gallinera 90 cm de altura) y T2 (Cercado con malla gallinera 120 cm de altura); les siguen en menor importancia el T3 (Tubex Tree Shelter) y T4 (Protex Pro Gro). Destacan entre todos los tratamientos T1 y T2, como los más efectivos para la protección de plántulas de *Prosopis glandulosa*.

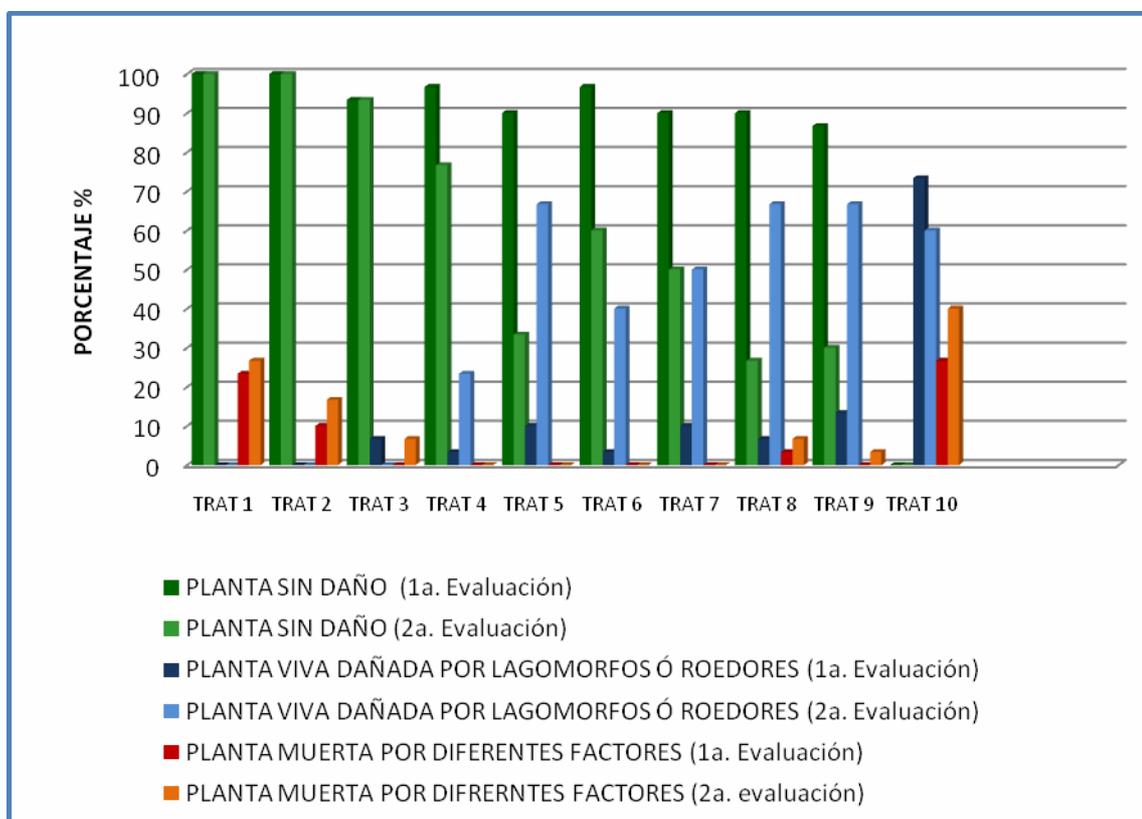


Figura 14. Resultado de los tratamientos en cada una de las evaluaciones realizadas.

5.2. Altura final de cada periodo de evaluación

Otro buen indicador del grado de efectividad de los tratamientos de protección contra el ataque de liebres y conejos, lo constituye la altura de las plantas y su crecimiento, ya que ambas variables se ven afectadas por el ramoneo o el troceo del tallo de la planta (Nájera, 2007).

Se realizó un análisis de varianza de las medias de altura por tratamiento, utilizando como unidad de medida centímetros, en el análisis observó diferencias altamente significativas ($P < F = 0.0001$), entre tratamientos en cada medición (cuadro 6 y apéndice).

En la comparación de crecimiento de alturas de cada tratamiento, los resultados arrojaron que los mecanismos de protección que presentaron mayor crecimiento, son los siguientes: T3 (Tubex Tree Shelter), y T4 (Protex Pro Gro), que son protectores individuales con mayor crecimiento y menos grado de daño.

Los tratamientos que presentaron decrementos considerables en altura son los tratamientos T10 (Testigo), T8 (Deer Away) y T9 (Deer Of), entre la medición inicial, la altura final de la primera evaluación y la altura final de la segunda evaluación.

Las plántulas de *Prosopis glandulosa* no pueden recuperarse con tanta rapidez, por esta razón aparecen decrementos en altura, los porcentajes de mortalidad son mayores, en pino que en el mezquite, ya que es más vulnerable al corte basal del tallo. Cuando esto sucede, normalmente la planta muere (Nájera, 2007).

En un estudio realizado en evaluación de mecanismos físicos contra roedores y lagomorfos en *Pinus pinceana* Gordon, en el ejido San Juan del Retiro, municipio de Saltillo, Coahuila, se señala que hubo decrementos en la altura, reflejados por los daños de lagomorfos, las cuales fueron el descortezamiento y trozado del ápice principal, lo cual implica que existan decrementos (Velásquez, 2008).

Cuadro 6. Altura final en cada evaluación.

TRATAMIENTO	ALTURA FINAL DE SEPTIEMBRE DE 2007 A ENERO DE 2008(%)		
	ALTURA INICIAL (cm)	ALTURA FINAL 1a. EVALUACIÓN(cm)	ALTURA FINAL 2a. EVALUACIÓN(cm)
1.-Cercado con malla gallinera 90 cm de altura.	9.00	30.37	27.76
2.-Cercado con malla gallinera 120 cm de altura.	12.34	31.86	30.75
3.- Tubex® Treeshelters.	14.27	70.78	70.38
4.-Protex Pro Gro.	14.23	55.35	54.71
5.-Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC).	11.36	38.59	39.21
6.-Envase de Cartón Plastificado.	12.00	32.43	32.39
7.-Extracto de Pirúl.	10.37	22.03	20.32
8.-Deer Away.	9.63	19.35	15.56
9.-Deer Off.	10.16	18.34	18.31
10.-Testigo.	4.32	15.68	9.54

La medición de la altura final en cada uno de los tratamientos se realizó con la finalidad de poder definir que protector es más eficiente, aparte de evitar el ataque de lagomorfos o roedores, favorecer además su crecimiento. En la Figura 15 se identifica más claramente el crecimiento en altura, desde la primera medición realizada durante el establecimiento de la plantación hasta la primera evaluación.

Los resultados encontrados fueron que los tratamientos T3 (Tubex Tree Shelter) y el T4 (Protex Pro Gro), fueron los que presentaron mayor efectividad en cuanto a su crecimiento ya que tuvieron los resultados más altos.

En la comparación se observa que los más afectados en la variable altura fueron los tratamientos T10 (Testigo), T8 (Deer Away) y T9 (Deer Of), que presentaron mayor decremento en su crecimiento.

Las afectaciones que se ocasionaron principalmente por mordeduras o trozamientos del ápice principal y trozamiento de ramas de la plántula causados por lagomorfos o

roedores, originaron decrementos importantes en el crecimiento de las plántulas de mezquite.

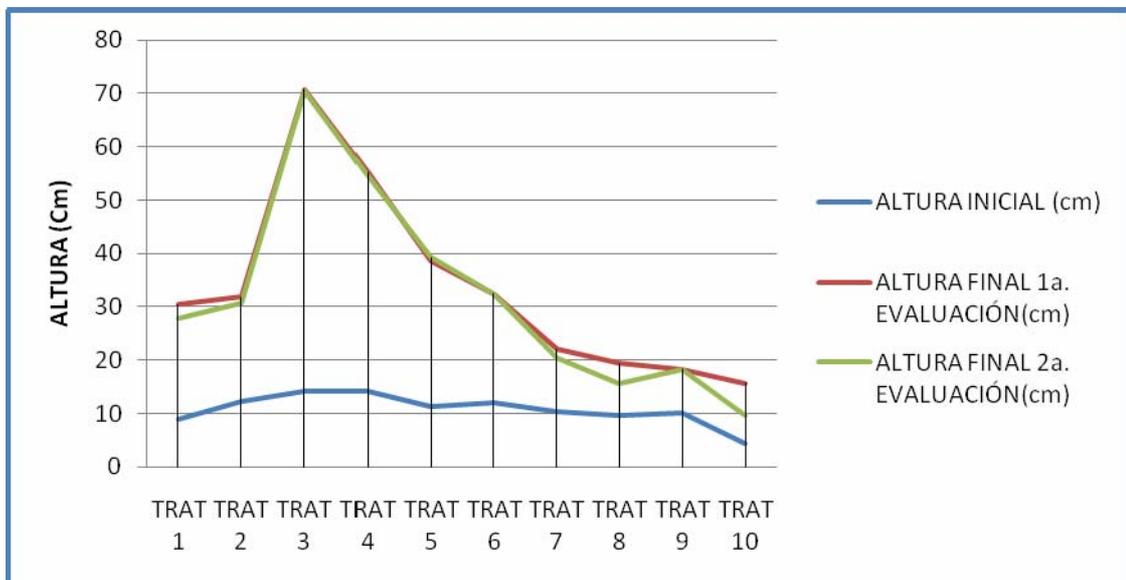


Figura 15. Altura final y crecimiento en altura.

VI CONCLUSIONES

Habiéndose obtenido los resultados de las evaluaciones de las variables consideradas, en los “Mecanismos de Protección Contra Roedores y Lagomorfos en una Plantación de *Prosopis glandulosa*, en el Municipio de Saltillo, Coahuila”, se concluye lo siguiente:

Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se rechaza la hipótesis nula, ya que al menos un mecanismo es diferente entre todos los tratamientos.

Los mecanismos más eficientes contra el ataque de liebres y conejos son los protectores de exclusión, tratamiento 1 (Cercado con malla gallinera 90 cm de altura), y el tratamiento 2 (Cercado con malla gallinera 120 cm de altura) con el 100% de efectividad en la primera y segunda evaluación respectivamente en la categoría planta sin daño. Les siguen en efectividad los tratamientos individuales, tratamiento 3 (Tubex Tree Shelter) y el tratamiento 4 (Protex Pro Gro), con 93.34% y 76.67% de efectividad ya que lograron mantenerse con grado de afectación mínimo.

Los tratamientos que resultaron más exitosos en la variable altura final fueron los tratamientos 3 (Tubex Tree Shelter) y el tratamiento 4 (Protex Pro Gro) cuyos valores de altura fueron los mayores, en las dos evaluaciones.

Los tratamientos con resultados intermedios son los que presentaron daños y alteraciones negativas en la variable altura, que son los tratamientos 5 (Tubos de Policloruro de Vinilo PVC); tratamiento 6 (Envase de cartón plastificado) y el tratamiento 7 (Extracto de Pirul). Los tratamientos más afectados resultaron ser los repelentes de los tratamientos 8 (Deer Away) y el tratamiento 9 (Deer Off), que fueron los más deficientes ya que presentaron el mayor índice de daños y decrementos en altura.

El Tratamiento 10 (testigo) fue el que presentó mayor afectación con respecto a la mortalidad de las plantas.

Los daños causados de forma general de cada uno de los tratamientos fueron por trozamiento de ramas, descortezamiento del tallo y daños en el ápice principal de las plantas de mezquite y algunos daños por causa de sequia.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y discutidos en el presente trabajo de investigación, se hacen las siguientes recomendaciones en el establecimiento y mantenimiento de una plantación forestal de *Prosopis glandulosa* (mezquite) en zonas áridas:

En plantaciones de zonas áridas donde se identifiquen problemas o daños a las plantas que sean por liebres y no por roedores, en el establecimiento de plantaciones, se recomienda la utilización de mecanismos de exclusión con malla gallinera ya que resultaron ser los más eficientes en cuanto a daños ocasionados por lagomorfos.

En el establecimiento de plantaciones en superficies pequeñas, es recomendable utilizar los protectores individuales Tubex Tree Shelter y Protex Pro Gro, ya que resultaron ser los más eficientes en la variable de altura, en el presente trabajo, además de que facilitan el crecimiento de las plantas por su buena consistencia y por su estructura, ya que presentan resistencia para reusarse después del periodo crítico, cuando la planta se encuentra en calidad de plántula.

Se recomienda la utilización de repelentes dependiendo del tipo de especie y modo de crecimiento ya que estos tienen un período de efecto definido. Lo recomendable es que se hagan aplicaciones cada tres meses.

Se sugiere que al establecer plantaciones en zonas áridas, independientemente de la superficie, se realice en épocas de lluvia, aunque estas sean por períodos muy cortos, ya que los daños son menos severos, porque la planta se encuentra con el mayor vigor y defensas suficientes para soportar los daños y sobrevivir en caso de afectación por fauna silvestre, además de que el alimento es más abundante con lo que disminuye la presión sobre la plantación.

LITERATURA CITADA

- Bava, J. y J. Puig. 1992. Regeneración Natural del Lengua. Actas y Seminario de . Manejo de Lengua y Aspectos Ecológicos Relacionados. Argentina, Pub. Téc.7 CIEFAP.
- Bonino, N. y G. Cortés. 2007. Prevención del Daño Ocasionado por Algunas Especies de Fauna Silvestre y Ganado Domestico en las Forestaciones. INTA – EEA Bariloche. Argentina.
- Burkart, A. 1976. “A Monograph of the Genus Prosopis” Journal Arn. Arb. 57(3-4) Journal.
- Caballero Deloya, M. 2000. La Actividad Forestal en México, Universidad Autónoma Chapingo, México Vol. 1,
- Capó Arteaga, M. A. 2001. Establecimiento de Plantaciones Forestales: Los Ingredientes del Éxito. Primera edición, Ed. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p 67 y 125.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1975a. Carta Geológica Gómez Farías. G14 C53. Escala 1:50 000. México.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1975b. Carta de Uso del Suelo Gómez Farías. G14 C53. Escala 1: 50 000. Mexico.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1975c. Carta Edafológica Gomez Farías . G14 C53. Escala 1:50 000. México.
- Cervantes Ramírez, M. C. 2002. Plantas de Importancia Económica en las Zonas Áridas y Semiáridas de México, Instituto de Geografía UNAM, pp. 55-57.

- CIEFAP-Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. 1994. Protección de Plantaciones de Pino contra el Ataque de Liebres. Cartilla de Divulgación No. 5.
- CIEFAP-Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, 1992. Dinámica del Ataque de la Liebre Europea a Plantaciones de Pino. Patagonia Forestal, Año 3 No 3, pp.5-8.
- CONAZA e INE. 1994, Mezquite spp. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. 31 p.
- García, E. 1998. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la Republica mexicana). Offset Larios, S.A. 4ª edición, Mexico, D.F.
- González, R. A.1980. Roedores Plaga en las Zonas Agrícolas del Distrito Federal. 46 p.
- González Vicente, C. 2000. Beneficios de las Plantaciones Forestales Comerciales, en:
www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/revista/revista_8/PLANTACION.PDF.
- Gutiérrez Roa, J., Camacho Navarrete, S. y R. Naranjo Mijangos. 1983 Glosario de Recursos Naturales, Agua, Suelo y Vegetación. Editorial LIMUSA, S. A., México, D.F. pp. 10-300.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1994, Mezquite Prosopis spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta Topográfica Gómez Farias. G14 C53. Escala 1:50 000.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1983. Síntesis Geográfica del Estado de Coahuila. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- Nájera Castro, J. A. 2000. Programa de Manejo Forestal del Ejido San Juan del Retiro, Municipio de Saltillo, Coahuila. 55 p.
- Nájera Castro, J. A. 2007. Protección de Plántulas Forestales contra el Ataque de Lagomorfos y Roedores. Informe de investigación de transferencia y adopción de tecnologías. CONAFOR-COAHUILA. 53 p.
- Patiño V., F. y G. L. Vela. 1981. Criterios para el Establecimiento de Ensayos de Adaptación de Procedencias. Bol. Div. No. 43, INIF. México. 61 p.
- Prado, J. A. y S. Barros. 1989. Eucalyptus, Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR. 199 p.
- Prieto Ruiz, J. A. 2006. Establecimiento de Plantaciones Forestales. Folleto técnico Num. 26. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Dgo, Dgo. 38 p.
- Rzedowski, J. y R. Mc Vaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. Contr. Unive. Mich. Herb. 55 p.
- Rodríguez T., A. R. 1980. Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 4ª. Edición, pp. 432-443.
- Rosas S., G. C. 1989. Plantaciones forestales. En Memorias del Congreso Forestal Mexicano. SARH. Toluca, Edo. México. pp. 773-774.
- Sistema Nacional de Información Forestal (SIF) 2000. *Schinus molle* L. Anacardiaceae. Publicado en: *Species Plantarum* 1: 388-389. En:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf

SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT™. Guide for Personal Computers, Versión 6.0 Edición. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 p.

Velazquez Gabriel, H. J. 2008. Evaluación de Mecanismos Físicos contra Roedores y Lagomorfos en *Pinus pinceana* Gordon, en el Ejido San Juan del Retiro, Municipio, Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. UAAAN. 39 p.

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

APENDICE

Análisis de varianza y Prueba de comparación de medias para la variable altura en *Prosopis glandulosa*.

Variable dependiente: altura

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr>F
Modelo	9	8994.794060	999.421562	90.80	0.0001
Error	20	220.139194	11.006960		
Total corregido	29	9214.933254			
	R-cuadrada	C.V.	Raíz CME	Media de altura	
	0.976111	10.25967	3.317674	32.33703	

Prueba de comparación de medias

Prueba de Rango Múltiple de Tukey para la variable: crecimiento en altura
 Alpha= 0.05 G.L. del error=20 CME= 11.00696 diferencia mínima significativa= 9.5924

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupación Tukey	Media	N	Tratamiento
A	70.780	3	3. Tubex Tree Shelter
B	55.353	3	4. Protex Pro Gro
C	38.593	3	5. Tubo de PVC
D C	32.433	3	6. Envase de cartón plastificado
E D C	29.447	3	2. Cercado malla gallinera 120
F E D C	25.510	3	1. Cercado malla gallinera 90
FE	22.030	3	7. Extracto de Pirúl
G F	18.863	3	8. Deer Away
G F	18.343	3	9. Deer Of
G	12.017	3	10. Testigo (sin protección)