

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



Evaluación de repelentes naturales contra el ataque de lagomorfos en una
plantación de *Prosopis glandulosa*, en Saltillo, Coahuila.

Por:

ROBERTO DE LOS SANTOS VAZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

Evaluación de repelentes naturales contra el ataque de lagomorfos en una
plantación de *Prosopis glandulosa*, en Saltillo, Coahuila.

Por:

ROBERTO DE LOS SANTOS VAZQUEZ

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

INGENIERO FORESTAL

Aprobado por Asesor Principal



M.C. José Armando Nájera Castro

Asesor



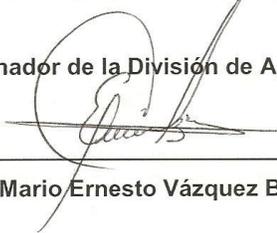
M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor



Ing. Sergio Braham Sabag

Coordinador de la División de Agronomía



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2010.

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme dado la oportunidad de existir.

A MIS PADRES

*Sr. Elin De Los Santos Hernández
Sra. María Teresa Vázquez Camacho*

Con el respeto, amor, gratitud y cariño por haberme dado la vida, Madre Gracias por apoyarme en los momentos difíciles y sacrificarte para hacer de mí un hombre de bien y solo me queda darte las gracias por lo que ahora soy y lo tengo. Y a ti padre por que me enseñaste a trabajar, por que a pesar de lo dura que ha sido la vida para ti, encontraste la manera de salir adelante y que hoy te tenga aquí con migo.

A MIS HERMANOS

José Luis, Jesús Enrique, Rodolfo, Martha Elena, Reyna Marilit y Carina Margarita, gracias por el cariño brindado, se que cuento con su apoyo, saben lo duro que ha sido la vida para nosotros. Me han demostrado que cuando se quiere, se puede, principalmente a ti Elidía Guadalupe, Juan Antonio y Jorge Alberto.

Gracias por su apoyo moral y económico, por sus consejos, regaños, recomendaciones, motivaciones que siempre me han brindado, estaré siempre agradecido por lo que ahora he logrado y nunca podre pagárselos, es un orgullo dedicárselos.

A MI ESPOSA

Liliana Romero Ríos por su cariño, amor y comprensión, por darme la dicha de ser padre de una bebe hermosa Dafne Camila son lo mas importante para mi y mi motivación de seguir adelante. Las amo.

A MI CUÑADO

Carlos por su amistad, apoyo y consejos.

A MIS SOBRINOS

Por dar alegrías a la familia son parte importante para mi los quiero mucho.

A MIS ABUELOS, TÍOS, PRIMOS

Por motivarme a seguir adelante sin importar los problemas. Gracias por los momentos de felicidad y por las conversaciones que si duda me fortalecieron.

A MIS SUEGROS

Por aceptarme como parte de su familia por el apoyo recibido en estos últimos meses les estaré eternamente agradecido dios los bendiga.

A MIS AMIGOS

Eduardo de León Morales, Víctor Hugo Villa Pérez (pirus), Antonio (pony), Armando (potro), Carlos (político), Sergio (checo), Jorge (koqui), Elín (el ing.), Víctor balerío, Hilario y Wendy, por su apoyo y amistad incondicional durante mi estancia en la narro, gracias dios los bendigo.

A MÍ "ALMA MATER"

Por haber sido pieza fundamental de mi formación académica. Por todas esas cosas tan maravillosas que viví en mi formación profesional, por darme tanto aprendizaje, experiencias y conocimientos durante mi estancia en este nicho académico. Muchas gracias por todo lo que me brindaste Narro.

AGRADECIMIENTOS

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

Al Ing. David Flores Flores, buen maestro, 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.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
RESUMEN	III
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Hipótesis:.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Clasificación taxonómica	4
2.2 Descripción de la planta.....	4
2.3 Localización geográfica	6
2.3.1 Condiciones climáticas.....	7
2.3.2 Condiciones edáficas	8
2.4 Aspectos ecológicos	8
2.5 Uso y Propiedades	9
2.6 Silvicultura y Manejo	13
2.7 Posibilidades de cultivo.....	14
2.8 Aspectos generales de Lagomorfos	16
2.8.1 Liebres y conejos	16
2.8.2 Características del daño	18
2.8.3 Prevención del daño	20

2.9 Técnicas o métodos de control.....	20
2.9.1 Clasificación de métodos para el control de lagomorfos	21
2.10 Trabajos afines.....	24
III. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 Localización del área de estudio	29
3.2 Descripción de las condiciones físicas y biológicas	30
3.2.1 Clima.....	30
3.2.2 Geología	30
3.2.3 Suelos	30
3.2.4 Fisiografía.....	31
3.2.5 Hidrología	31
3.2.6 Vegetación.....	31
3.2.7 Fauna silvestre	33
3.3 Metodología.....	33
3.3.1 Procedimiento experimental	34
3.3.2. Descripción de los Tratamientos	34
3.3.4 Medición y definición de Variables	39
3.3.5 Variables evaluadas	39
3.3.6 Categoría de daño.....	39
3.3.7 Variables dasométricas.....	40
3.3.8 Fechas de evaluación	40
3.3.9. Análisis estadístico.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Grado de afectación para la variable Daño Ligero (DL)	42
4.2 Grado de afectación para la variable Daño Moderado (DM)	43

4.3 Grado de afectación para la variable Daño Severo (DS)	44
4.4 Grado de afectación para la variable Planta Muerta (PM)	46
4.5 Afectación en altura por daños	47
4.6 Afectación en diámetro de copa por daños	48
4.7 Discusión	50
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VIII. LITERATURA CITADA.....	53
APENDICE	56

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Distribución de tratamientos.....	38
Cuadro 2. Clasificación de plántulas según el grado de afectación.	40
Cuadro 3. Evaluaciones realizadas durante el experimento.	40
Cuadro 4. Grado de afectacion para la variable daño ligero.....	42
Cuadro 5. Grado de afectacion para la variable daño moderado.	44
Cuadro 6. Grado de afectacion para la variable daño severo.	45
Cuadro 7. Grado de afectacion para la variable planta muerta.	46
Cuadro 8. Afectación en altura por daños.	47
Cuadro 9. Afectación en diámetro de copa por daños	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Prosopis glandulosa</i>	4
Figura 2. <i>Lepus californicus</i> (<i>liebre</i>).....	16
Figura 3. <i>Sylvilagus floridanus</i> (<i>conejo</i>).....	17
Figura 4. Daño ocasionado por lagomorfos	19
Figura 5. Ubicación geográfica de la plantación.....	25
Figura 6. Extracto de <i>Schinus molle</i> (pirul).....	35
Figura 7. Extracto de <i>Melia azederach</i> (lila).....	35
Figura 8. Preparado base de sangre de bovino y huevo podrido.....	36
Figura 9. Extracto de ajo y chile habanero.....	36
Figura 10. Deer off.....	37
Figura 11. Grado de afectación en altura por lagomorfos.....	39
Figura 12. Grado de afectación para la variable DL. ¡Error! definido.3	Marcador no
Figura 13. Grado de afectación para la variable DM. ¡Error! definido.4	Marcador no
Figura 14. Grado de afectación para la variable DS. ¡Error! definido.5	Marcador no
Figura 15. Grado de afectación para la variable PM. ¡Error! definido.6	Marcador no
Figura 16. Decremento en altura por daños. ¡Error!	Marcador no definido.8
Figura 17. Afectación en diámetro de copa por daños. ¡Error! definido.9	Marcador no

RESUMEN

Palabras clave:

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

El presente trabajo se realizó en una plantación de mezquite en el municipio de Saltillo, Coahuila, con el objetivo de evaluar la efectividad de repelentes de preparación artesanal y un repelente disponible en el mercado contra el daño ocasionado por lagomorfos, en plantas de *Prosopis glandulosa* (mezquite), además se evaluó el crecimiento de las plantas al ser protegidas por este método.

En el establecimiento de la plantación se utilizaron 7 tratamientos con tres repeticiones y el número de plantas por unidad experimental fue de 5. Se estableció la plantación, y se realizó la primera toma de datos el 22 de agosto del 2009, evaluándose la condición de las plantas, de acuerdo al grado de afectación. Plantas sin daño, Daño ligero, Daño moderado, Daño severo y Planta muerta; se evaluó la altura y diámetro de copa de las plantas en cada uno de los tratamientos. La segunda toma de datos se realizó el 9 de octubre del 2009, solo de la variable intensidad de daños en cada uno de los tratamientos. La última toma de datos se realizó el 5 de noviembre del 2009, realizando el mismo procedimiento que en la primera evaluación.

Los tratamientos que mostraron mayor daño ligero fueron el 5 y 3, ambos con 60 %, sin embargo en la categoría de daño severo presentaron un 20 % y 6.67 % respectivamente. Los tratamientos antes mencionados fueron a base de combinación de tratamientos 1, 3 y 4 y a base de sangre de bovino y huevo podrido.

Con relación a la variable altura, el mejor tratamientos fue el 5 (combinación de tratamientos 1, 3 y 4) con un decremento de - 3.167 cm.

Con relación al diámetro de copa el mejor tratamiento fue el 2 (frutos y hojas de Lila) con un decremento de - 0.433 cm.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia

Los mezquites son de gran importancia para los habitantes de zonas áridas y semiáridas del noroeste de México. Ya que ofrecen una gama de recursos aprovechables: néctar, polen, frutos, semillas y follaje. Además, su dosel es un refugio para la fauna, y es reconocido como parte importante en la dinámica de la vegetación en esas zonas (Vandermeer, 1980; Carrillo-García *et al.*, 1999).

Es un recurso de gran valor para los habitantes del medio rural, pues el leño de troncos y ramas representan una fuente de energía calorífica de primera calidad. Un aspecto refinado de este uso, es la elaboración de carbón, actividad que implica cierto valor agregado y que puede ser practicada de manera sustentable.

En la actualidad 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).

Desafortunadamente, estas plantaciones sufren grandes daños ya que son afectadas por sequías, inadecuado o nulo mantenimiento, además de sufrir del ataque de liebres, conejos, causando serios problemas para su establecimiento,

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 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 lagomorfos (liebres y conejos), 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 el ejido Encarnación de Guzmán, Municipio de Saltillo, Coahuila, se ha presentado una de las limitantes de mayor importancia en el establecimiento de plantaciones de mezquite, que es el daño provocado por lagomorfos (liebres y conejos), en el período comprendido entre el establecimiento de la plantación y el primer año de vida de la planta establecida en el terreno, principalmente en la época del año en la cual escasea el alimento.

Una vez instalada una plantación forestal, las plantas están expuestas a sufrir daños ocasionados por animales, especialmente en los primeros años de la implantación. El ramoneo y demás daños de los animales domésticos (vacas, ovejas, caballos, cabras) o de animales silvestres (conejos, liebres, topos, tuzas,

ratones, ciervos) pueden provocar un retraso en el crecimiento de la planta e, incluso, su muerte. Los daños por animales no solo aumentan los costos de establecimiento sino que además pueden retrasar el turno de corta (Bonino y Cortes 2007).

Ante tal situación se plantea los siguientes objetivos.

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la efectividad de diversos repelentes naturales de preparación artesanal y un repelente comercial para el control de lagomorfos en plantaciones de mezquite.

Objetivos específicos:

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

1.4 Hipótesis:

Ho: No hay diferencias estadísticas en la efectividad entre los diferentes tratamientos de protección.

Ha: Al menos un tratamiento es estadísticamente diferente.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica

En la clasificación taxonómica del mezquite, se consideran las especies y variedades existentes en México (Burkart, 1976).

El polimorfismo presente en el género *Prosopis* se origina por las variadas condiciones ambientales en que se desarrolla y por su misma plasticidad genética lo que ha dado lugar a cruzamientos naturales, dificultando la determinación de la taxonomía del mezquite (Figura 1).

La clasificación taxonómica del mezquite es la siguiente:

Reino: Vegetal
Phylum: Spermaphyta
Subphylum: angiosperma
Clase: dicotiledónea
Familia: Fabaceae
Subfamilia: Mimosoideae
Genero: *Prosopis*
Especie: *glandulosa*



Figura 1. *Prosopis glandulosa*.

2.2 Descripción de la planta

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso, perenne, mide hasta 10 m de altura, cuyo desarrollo depende de las condiciones del suelo.

Raíz: Posee un sistema radicular amplio y profundo. Su raíz principal puede alcanzar profundidades de más de 50 m, y sus laterales se extienden hasta 15 m a los lados del árbol.

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

Hojas: Son compuestas, bipinnadas, con 12 a 15 pares de foliolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo, mas o menos persistentes, pero caducas en invierno, tiene pequeñas estipulas que luego secan y caen. Únicamente presenta un par de pinnas por hoja. La época de formación de renuevos se extiende desde marzo hasta mayo; los foliolos permanecen en la planta de abril a diciembre.

Flores: De color amarillo verdoso; se encuentran agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espiga; las flores son sumamente pequeñas, miden de 4 a 10 mm y están situadas sobre pedúnculos de 1 a 2 mm, producen un aroma y néctar agradable, indispensable para la polinización. Son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos, 5 pétalos y 10 estambres.

Los estambres son rectos, divergentes y con un tamaño doble al de la corola; el ovario esta cubierto por filamentos sedosos. El mezquite florece durante un lapso corto que inicia en febrero-marzo y termina en abril-mayo y la época de floración coincide con la brotación de los foliolos.

Fruto: El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehiscente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas (CONAZA e INE, 2000).

La fructificación se extiende durante los meses de mayo a agosto. Las vainas se desarrollan en cuanto la flor ha sido fecundada, empiezan a madurar en el mes de junio, en tal forma que para el mes de agosto han adquirido una forma abultada y toman un color paja. La cosecha se realiza a partir de agosto hasta el mes de octubre.

Semilla: Es de forma oblonga o plasmada, dura, su coloración varía desde el café claro al oscuro, según la especie, variedad y el sitio donde se produce. La diseminación de las semillas es zoófila y endozóica, es decir, a través del tracto de los animales.

2.3 Localización geográfica

A nivel mundial, el género *Prosopis* tiene 44 especies, de las cuales 42 se encuentran en el Continente Americano en dos grandes centros el norteamericano (México-Texano) y el sudamericano (Argentino-Paraguayo-Chileno). Según Rzedowski (1988), el complejo norteamericano cuenta con nueve especies, una de ellas con dos variedades, todas ellas presentes en nuestro país.

P. glandulosa: Es el mezquite dominante del norte de México, presenta dos variedades bien diferenciadas:

P. glandulosa var. *Glandulosa*: Se localiza en los estados de Coahuila, Chihuahua, Sonora, Nuevo León y norte de Tamaulipas.

P. glandulosa var. *torreyana*: Crece en Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y Norte de San Luis Potosí. Esta es la especie más agresiva.

Estas dos variedades presentan una amplia franja de contacto donde prevalecen individuos hibridados, por lo que su diferenciación es difícil de establecer a simple vista.

En México los mezquites se distribuyen en una superficie aproximada de 3'555,500 hectáreas (SFF, 1980), comúnmente en lugares áridos y semiáridos. Su distribución es amplia, exceptuando las montañas y las partes bajas del sureste del país. En la parte del altiplano se distinguen tres regiones fisiográficas de distribución las cuales son: altiplano septentrional, altiplano central y altiplano meridional.

Donde el mezquite es la especie dominante, caracteriza a una comunidad vegetal denominada mezquital, la cual forma parte del bosque espinoso.

2.3.1 Condiciones climáticas

El género *Prosopis* se encuentra clasificado como una especie termo-xerófilas. Como se puede apreciar por su amplia distribución. Se localiza en condiciones climáticas diversas, que van desde los climas calientes hasta los templados y de los semihúmedos hasta los muy secos; sin embargo, su principal rango de distribución se encuentra en las zonas áridas y semiáridas del país; en su área de localización, la temperatura media anual es de 18 a 20 °C, mientras que la precipitación media anual fluctúa de 350 a 1,200 mm.

Entre las adaptaciones desarrolladas por el mezquite para persistir en climas secos destaca su profundo y amplio sistema radicular, y la reducción del sistema foliar. Generalmente cuando desarrolla forma arbórea, indica la presencia de agua freática disponible para las raíces, por lo que los habitantes de las zonas áridas lo utilizan como un indicador de posibles fuentes de agua.

2.3.2 Condiciones edáficas

Los mezquites se establecen en una amplia gama de tipos de suelo; crecen con más vigor en los suelos profundos, como las partes bajas de los valles, mientras que su altura es menor en las laderas de los cerros o en suelos delgados. Prosperan en suelos arenosos, así como en el arcilloso-arenoso, pueden tolerar un alto contenido de sales o mal drenaje en el suelo. Comúnmente, los suelos donde se establece el género *Prosopis* son de buena calidad, por lo que han sido utilizados para la agricultura, lo que originó un desplazamiento de esta especie en muchos sitios del país.

2.4 Aspectos ecológicos

El mezquite tiene un amplio rango de distribución, se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2,200 m de altitud. Crece preferentemente en llanuras y bajíos.

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

En las zonas áridas y semiáridas, los mezquiales se presentan con frecuencia en forma de matorrales xerófilos de 1 a 4 m de alto y existen formas transicionales entre comunidades arborescentes y arbustivas de *Prosopis*.

Es común encontrarle asociado con otras comunidades vegetales; generalmente dicha vegetación comprende el matorral parvifolio inerte de *Flourensia cernua*, matorral parvifolio de *Acacia constricta*, matorral desértico rosetofilo de *Dasyllirion texanum*; también ocurre frecuentemente en pastizales y con gramíneas anuales, en compañía de especies como *Hilaria jamessi*, o bien

con arbustivas como nopal kakanapo (*Opuntia lindheimeri*), chaparro amargoso (*Castela texana*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), guajillo (*Acacia berlandieri*), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), huizache (*Acacia farnesiana*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), etc.

2.5 Uso y Propiedades

Desde tiempos históricos hasta años recientes el mezquite tiene gran importancia para los pueblos nativos de las regiones áridas y semiáridas del noreste del país, por los usos que cada pueblo le da.

Los pueblos cazadores-recolectores, casi todos ellos nómadas, utilizaron al mezquite principalmente como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios y como planta medicinal.

El los años 1800-1900, se le encontraron diferentes usos, tales como: alimentación del ganado domestico, elaboración de carbón, flora para la explotación de abejas, extracción de gomas y material de vivienda.

En la actualidad, el mezquite sigue presentando los mismos usos, por lo que es considerado como un recurso natural de importancia en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

A los usos anteriores se debe agregar la reforestación de zonas áridas y semiáridas con sus usos múltiples ya que además de cumplir con la función de proteger al suelo se hace posible la obtención de forraje, madera, leña, carbón y miel, conservación de la vida silvestre y aun el establecimiento de áreas de recreación para la población.

Entre los usos actuales mas extendidos se encuentran:

Madera: Se utiliza en forma de brazuelos, tablas y tablones, postes para cerca, trozas en rollo, durmientes, etc.; además en la elaboración de muebles artesanales, destacando los trabajos de marquetería con madera de mezquite, elaborados en el estado de Zacatecas.

La madera es dura, durable, que toma un brillo hermoso al pulirla; sin embargo, la madera es quebradiza y con poca resistencia a la flexión, características que limitan su uso comercial. (Durso *et al.*, 1973).

La madera de mezquite es usada para la manufactura de artefactos que necesitan ser muy resistentes como muebles, parket, duela, hormas para zapatos, mangos de herramienta y utensilios de cocina, además es muy utilizada para la construcción en las zonas rurales (Signoret, 1970).

Leña y carbón: Dentro de los usos maderables de la especie se encuentra el de la leña, el cual es uno de los principales rubros de explotación, ya que el mezquite es considerado el recurso leñoso por excelencia en las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas, donde en una gran parte de las viviendas se utiliza esta planta como combustible.

El principal uso de la leña del mezquite es para la preparación de alimentos o calentamiento. En segundo lugar se tiene el calentamiento del agua y de hornos, y para la calefacción del hogar.

La forma mas usual de aprovechamiento de leña es el conocido como leña en raja, las partes mas utilizadas son las ramas.

Las comunidades rurales hacen acopio de leña a partir de los mezquites silvestres que tiene en su localidad; usualmente colectan los volúmenes suficientes para un corto plazo. Además, suelen realizar por temporadas un aprovechamiento de leña de mezquite para su comercialización.

Otro producto del mezquite de gran importancia económica es el carbón. El cual se produce cuando se calienta la madera en ausencia de aire (pirólisis) y se controla la entrada del mismo (combustión). Este sistema de carbonización es el más antiguo, en el cual se usa la tierra como escudo contra el oxígeno, como aislante de la madera en el proceso de carbonización contra una pérdida excesiva de calor.

La obtención de leña involucra desplazarse entre 1 y 7 km, aunque se encuentran comunidades donde recorren más de 30 km. A pesar de este gran esfuerzo humano, el poblador rural considera que esta fuente de energía es la más barata, ya que solo exige el tiempo de la recolección.

Esto es de gran importancia en las zonas áridas y semiáridas, puesto que su vegetación es escasa, y más la de tipo arbóreo que pueda ser considerado como biocombustible; sin embargo, también implica una deforestación considerable.

Uso medicinal: La infusión de algunas partes de la planta se usa para combatir la disentería; el cocimiento de las hojas (bálsamo de mezquite) se emplea para combatir algunas infecciones de los ojos; el cocimiento de la corteza es vomitivo-purgante, se sabe que sus extractos en alcohol de las hojas frescas y maduras han mostrado una marcada acción antibacterial contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Alimentación animal: Dentro de una explotación no maderable el producto principal del mezquite es la vaina, dado que su recolección representa un ingreso adicional para los campesinos de las regiones donde es aprovechado, a la vez que constituye un elemento de buena calidad en la alimentación del ganado.

El consumo de la vaina constituye a disminuir el costo de las raciones alimenticias que son suministradas al ganado bovino lechero y en especial al de engorda, así como al porcino y caprino y con menor intensidad al caballar, asnal y mular.

La vaina y harina del mezquite son aprovechadas para alimento de diversos tipos de ganado, sin embargo, tiene mayor demanda en la preparación de concentrados que se suministran al ganado lechero.

El principal valor forrajero del mezquite radica en el fruto, aunque los animales inclusive ramonean las ramas tiernas; en otros lugares, el mezquite proporciona sombra a los animales, que es muy necesaria en las regiones de altas temperaturas.

El aprovechamiento del fruto del mezquite se lleva acabo mediante la recolección manual de la vaina; aunque comúnmente las vainas son retiradas de los arboles, se da el caso de la recolección en el piso.

La época de cosecha se presenta en los meses de julio a septiembre, lo cual es de gran importancia para los campesinos de las zonas áridas y semiáridas, ya que el aprovechamiento de este recurso contribuye a aliviar la precaria situación de algunas familias.

Gomas: Cuando el mezquite es herido en su corteza o ramas, produce un exudado conocido como goma de mezquite, la cual se ha examinado para determinar su semejanza con la goma arábica.

Dos tipos de gomas son exudados del mezquite; un tipo blanco o de color ámbar muy similar a la goma arábica, es usado medicinalmente en México; el segundo tipo de goma es negra, firme, quebradiza y astringente al gusto, que es usada como colorante y se ha reportado que contiene 20 % de taninos. Todo esto

sugiere la posibilidad de utilizar la goma de mezquite en lugar de las gomas importadas (Durso *et al.*, 1973).

Otros: Se reporta que el contenido de taninos en la madera es del 5 al 9 %, lo cual es bajo en comparación con otras fuentes, lo mismo que en producción de alcohol etílico; sin embargo, como parte de una explotación integrada, puede representar ingresos adicionales. Es empleado en la alimentación humana en forma de harinas, bebidas fermentadas y en vainas.

2.6 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).

2.7 Posibilidades de cultivo

Aunque en México existen pocas evidencias prácticas del cultivo del mezquite, principalmente por la ausencia de plantaciones comerciales de la especie, se han realizado diversos estudios acerca de la propagación inducida de mezquite y su manejo agronómico. En otros países, en cambio, el mezquite se ha convertido en un cultivo de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas.

Al respecto, cabe destacar la experiencia exitosa de Brasil al introducir el mezquite para aprovechamiento forrajero. De igual manera el mezquite fue introducido en Hawaii y otras islas cercanas en 1928, habiéndose difundido rápidamente, de tal manera que se le ha considerado como el árbol económicamente más valioso de todos los introducidos debido a sus múltiples usos.

Los estudios que se han realizado en México para la domesticación del mezquite, garantizan la factibilidad de su propagación, ya sea como cultivo comercial de áreas marginales, en sistemas agroforestales o para incrementar la densidad de los mezquites silvestres, en este último aspecto, varias instituciones han realizado pruebas exitosas a partir de la propagación en vivero y reforestación.

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 al sur de 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.

2.8 Aspectos generales de Lagomorfos

2.8.1 Liebres y conejos

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 hasta causar serios daños en los campos cultivados dedicados a la producción agrícola, forrajera o forestal. 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 de cola negra (*Lepus californicus*) se presentan en su mayor parte en zonas áridas templadas del norte y centro de México, prefieren hábitats con baja cobertura vegetal (Marín *et al.*, 2003, citado por Arroyo, 2005) (Figura 2).

Mientras que el conejo del desierto (*Sylvilagus floridanus*) selecciona zonas con cobertura vegetal alta (Chapman *et al.*, 1982; Citado por Arroyo 2005.), ambas especies explotan recursos alimenticios similares (Cervantes y González, 1996, citado por Arroyo 2005).



Figura 2. *Lepus californicus* (liebre).

Existen varias diferencias esenciales entre las liebres y conejos; por ejemplo, el tamaño corporal de una liebre prácticamente duplica al de un conejo; una liebre adulta pesa alrededor de 3400 g (promedio de hembras y machos), mientras que un conejo adulto promedia 1800 g (Bonino y Donadio, 2009).

Las liebres viven en “camas” en la superficie del suelo y los jóvenes nacen cubiertos de pelo y con ojos abiertos y capaces de caminar (Bonino, 1997); en cambio los conejos viven en cuevas o madrigueras y los jóvenes nacen desnudos y con los ojos todavía cerrados e incapaces de caminar (Bonino y Donadio, 2002).

Algunas especies de conejos también usan “escondrijos” ya sean superficiales o subterráneos, pero todos emplean las madrigueras en mayor o menor grado para escapar de sus enemigos naturales (Figura 3). Las liebres raras veces entran en madrigueras.



Figura 3. *Sylvilagus floridanus* (conejo).

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 (Bonino y Cortés, 2007).

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

Tanto liebres como conejos, son herbívoros que consumen principalmente pastos, aunque son capaces de ramonear árboles y arbustos en épocas de escasez de alimentos (Bonino y Borrelli, 2006).

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).

Desde el punto de vista de sus necesidades nutritivas y los alimentos que consumen, los lagomorfos se caracterizan por destruir y estropear mucho más de lo que necesita para alimentarse. El daño que producen en sectores forestales se refiere principalmente al corte de plantas nuevas, ya sean brotes de vegetación nativa o plantas de especies exóticas. Los lagomorfos cumplen dos roles importantes: por un lado son especies silvestres que proporcionan proteínas de excelente calidad a la población humana, y por otro lado compiten con el hombre al transformarse en plaga, destruyendo siembras, praderas y plantaciones forestales (Ovalle, *et al.*, 2002).

2.8.2 Características del daño

Tanto los conejos como las liebres producen daños similares por corte de brotes en los renuevos de árboles. Estas especies roen los tallos, descortezándolos y quebrándolos si son delgados y poco lignificados, notándose el daño en serie (sucesivas plantas dañadas en una sola fila). Los árboles que sufren ese daño, muestran en el tallo un corte limpio, oblicuo, que parece haber sido hecho con un cuchillo filoso (Cozzo, 1995). Generalmente cortan tallos de hasta 6 mm de diámetro y una altura de no más de 50 cm sobre el suelo. Además

también dañan las yemas y/o ramas que presentan el característico corte en bisel, ángulo de 45° (Figura 4).

El corte repetido de brotes deforma las plantas de renuevo o plantaciones artificiales. Generalmente la planta rebrota pero puede secarse. Muchas veces el corte es recurrente y la planta termina muriendo o arrojándose (Bonino y Cortés, 2007).



Figura 4. Daño ocasionado por lagomorfos.

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).

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 se 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.

2.8.3 Prevención del daño

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.

2.9 Técnicas o métodos de control

Existen dos estrategias de control de lagomorfos:

a) Reducción del número de animales por superficie, para lo cual se utilizan trampas, lazadas de alambre, armas de fuego, cebos tóxicos, etc., que por si solos no son métodos efectivos de control;

b) Protección del recurso o prevención del daño, utilizando barreras físicas o químicas. Entre estos últimos se encuentran mallas plásticas o metálicas que

protegen individualmente la planta, los cercos eléctricos, equipos de ultrasonido, barreras químicas y otros. Los sistemas de esta categoría no tienen como finalidad matar al animal, sino que alejarlo, o evitar que tome contacto con el recurso, o que penetre al área que se desea proteger, siendo su impacto sobre el medio ambiente mucho menor que los sistemas anteriormente citados. (Ovalle, *et al.*, 2002)

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

2.9.1 Clasificación de métodos para el control de lagomorfos

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 consiste en rodear el tallo (o la planta entera si es pequeña), con diferentes elementos protectores tales como, cilindros de alambre tejido, ramas con espinas, bolsas de tela, etc., generalmente durante el tiempo necesario para que alcancen un desarrollo tal que no puedan ser dañadas por la liebre. Posteriormente dichos elementos pueden ser utilizados en nuevas plantaciones.

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 o conejos. Se poseen referencias de otros países sobre su eficacia, especialmente en cultivos o huertas pequeñas (Szukiel, 1976).

Repelentes: Son sustancias de origen diverso que, aplicadas sobre las plantas, inhiben el ataque de liebres o conejos. Dichas sustancias varían desde preparados caseros (sangre o grasa animal, aceite quemado de automotores, hígado picado en lechada de cal, entre otros) 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).

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 las plantas con pincel o con fumigadora de mochila. En el caso de los repelentes comerciales, el costo de aplicación en una plantación (fumigando planta por planta) puede ser elevado. Los costos se pueden reducir notablemente aplicando el repelente por inmersión de los atados de plantas o de los contenedores antes de la plantación (al menos 12 horas antes). Como las plantaciones en la región se efectúan generalmente al inicio de la época lluviosa (junio-julio), 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.

En Argentina, el uso de repelentes es limitado aunque a nivel experimental se ha logrado buenos resultados con algunos productos aplicados en plantaciones forestales (Cwielong y Rodríguez 1994).

Trampeo: Es un método poco usado, ya que su eficiencia es baja, aunque en áreas restringidas puede llegar a ser un método complementario. 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 al establecimiento 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.

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 plantación y repetirse durante 2 ó 3 años seguidos para la misma época debido a la reinvasión de animales.

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.

Ruidos: Se pueden utilizar aparatos que producen pequeñas explosiones hechas con carburo de calcio que las ahuyenta, solamente que el ruido repetido y de la misma intensidad causa después un efecto de costumbre en las liebres que ya no las sorprende.

Cebos tóxicos: Es práctico y económico, sobre todo en grandes extensiones. Dado que los productos tóxicos no son específicos, su manejo requiere de gente entrenada, con el fin de minimizar los riesgos.

La ventaja de los cebos tóxicos es la rapidez de su acción y la posibilidad de usarlos en cualquier época del año. La desventaja es que pueden verse involucradas especies ajenas al problema; también existe la posibilidad de intoxicación secundaria de los depredadores que se alimenten de animales intoxicados (Mc Intosh, 1956).

Manejo del hábitat: Implica la modificación del hábitat o de prácticas culturales de manera tal que el ambiente resulta inadecuado. Por ejemplo, la eliminación de arbustos que constituyen la cobertura de refugio para el conejo es una forma de erradicarlos de un área dada. Es eficaz en áreas pequeñas y como complemento de otros métodos de control.

2.10 Trabajos afines

Nájera Castro (2007) al realizar un Informe de investigación de transferencia y adopción de tecnologías para la protección de plántulas forestales contra el ataque de lagomorfos y roedores, indica que en el lote de mezquite los únicos tratamientos que mostraron 100 % de efectividad para la protección de las plántulas contra el ataque de liebres y conejos fueron el tratamiento 1 (malla gallinera de 90 cm de altura), y el tratamiento 2 (malla gallinera de 120 cm de altura).

En el mismo lote de mezquite, los tratamientos consistentes en barreras o protectores físicos, que fueron efectivos en la protección de las plantas en un porcentaje de 90 por ciento o mayor, fueron el 6 (Protex Pro Gro), 10 (Cartón plastificado de 30 cm), 4 (Tubex Tree Shelter) y el 5 (Tubo de PVC).

Los tratamientos consistentes en repelentes que mostraron la mayor efectividad con 90 % fueron el 12 (Deer Away) y el 17 (Pirul), este último con cero

por ciento de mortalidad. El tratamiento 11 (Deer off) les sigue en efectividad con 86.67 % y cero mortalidad.

Los tratamientos 14 (Ziram) y 16 (Tabaco) fueron los repelentes de más baja efectividad.

El papel aluminio (Tratamiento 9) y el testigo (Tratamiento 18) presentaron el mismo comportamiento.

Los tratamientos que ofrecieron protección a las plantas de mezquite como el 4 (Tubex Tree Shelter), el 6 (Protex Pro Gro) y el 5 (Tubo de PVC), promovieron el crecimiento y la altura total de las plantas; a mayor altura del tubo, se observó mayor altura y crecimiento de las plantas.

Los cilindros individuales de malla mosquitera y gallinera (Tratamientos 8 y 7) presentaron desempeños similares, tanto en la protección, como en el crecimiento y la altura.

Todos los repelentes, comerciales y caseros, inhibieron el crecimiento en altura, el cual fue inferior a 17 cm, en contraste con el crecimiento de Tubex Tree Shelter, que en promedio fue de 56.51 cm.

La menor altura de planta la presentó el testigo con 15.68 cm.

Pinus pinceana

En el área correspondiente a *Pinus pinceana* (pinabete) los protectores individuales comerciales fueron más efectivos. El mejor fue Tubex Tree Shelter (Tratamiento 4), con 93.33 % de efectividad y cero por ciento de plantas dañadas vivas. Le siguió en efectividad Seedling Protector Tubes (Tratamiento 3) con 86.67 %.

El tubo de PVC (Tratamiento 5) mostró cero porciento de plantas vivas dañadas, pero la mortalidad fue alta; esto probablemente se deba a que el tubo es opaco y no deja pasar la luz, como si ocurre en los protectores Tubex Tree Shelter y Protex Pro Gro, por lo que se presume que la mortalidad se debió en gran medida a la falta de luz, a la cual es sensible el pino pinceana, y en virtud de su lento crecimiento no pudo sobresalir del tubo, ya que solo presentó un crecimiento de casi 3 cm. Un comportamiento similar se observó en el envase de cartón plastificado.

Debido a que el daño a las plantas fue principalmente por roedores, los tratamientos de exclusión con malla gallinera arrojaron resultados inconsistentes, ya que las cercas no detienen a ratas, ratones o tuzas, por lo que los eventos de daños fueron totalmente aleatorios.

El cilindro de malla mosquitera (Tratamiento 8) fue superior al de malla gallinera (Tratamiento 7), y su efectividad fue superior a la de los repelentes, con excepción del Deer off, que mostró resultados similares.

Los repelentes no mostraron resultados satisfactorios, con excepción de Deer off (Tratamiento 11) y Plantskydd (Tratamiento 15), que tuvieron efectividad de 73.33 % y 70 % respectivamente.

El testigo fue superior a los repelentes comerciales con excepción de los dos señalados anteriormente.

Con relación a las alturas y a los crecimientos en altura, los tratamientos consistentes en tubos sellados en sus paredes fueron los que mejores resultados arrojaron. Los mejores fueron Protex Pro Gro y Tubex Tree Shelter, con resultados similares, seguidos por el Tubo de PVC.

Con excepción de los tratamientos 1 (Malla gallinera de 90 cm) y 7 (Cilindro de malla gallinera), así como los tubos sellados, todos los demás tratamientos tuvieron crecimientos inferiores a 0.6 cm o presentaron decrementos en la altura.

Ovalle *et al.*, (2002), mencionaron que al realizar un estudio en el Fundo Ranquil Alto, ubicado en la Comuna de Lebu en Chile, que el cerco eléctrico resultó ser el método más efectivo para controlar y/o prevenir los ataques de los lagomorfos (liebres y conejos) en las parcelas de tagasaste, presentando el mismo nivel de protección tanto en verano como en invierno, temporadas consideradas de mayor riesgo. Las mallas cilíndricas, tanto la hexagonal como la tipo bizcocho, una vez que la planta superó la altura de ellas fueron ineficaces, permitiendo el consumo de los ápices de crecimiento, por lo cual su altura y diámetro deben ser determinados por la velocidad de crecimiento de la planta a proteger. Los repelentes presentaron un bajo porcentaje de protección de plantas, sin embargo, dentro de los primeros 20 a 25 días cumplían los objetivos. La sangre de bovino aparentemente actúa como repelente para herbívoros, pero no es recomendada por motivos de sanidad.

Bonino (2007), indica que en Argentina, los cebos tóxicos han sido utilizados, generalmente, en zonas de plantaciones forestales: Dicho cebado consiste en colocar sobre el suelo 2 o 3 cucharadas de cebo (sin tóxico) cada 10 m., aproximadamente, y en líneas paralelas separadas entre sí 20 o 30 m., según la extensión del área; Al séptimo día se retira todo el cebo que haya quedado en las líneas, y se coloca el cebo tóxico únicamente en las estaciones donde se comprobó el consumo. Luego de dejarlo actuar durante uno o dos días, se deben recorrer las estaciones removiendo y enterrando el cebo tóxico remanente.

Velásquez (2008), al realizar un estudio en el ejido San Juan del Retiro, Municipio de Saltillo, Coahuila en una plantación de *Pinus pinceana* para el control de roedores y lagomorfos, indica que los protectores individuales comerciales fueron los más efectivos. Los mejores tratamientos fueron los protectores físicos: el

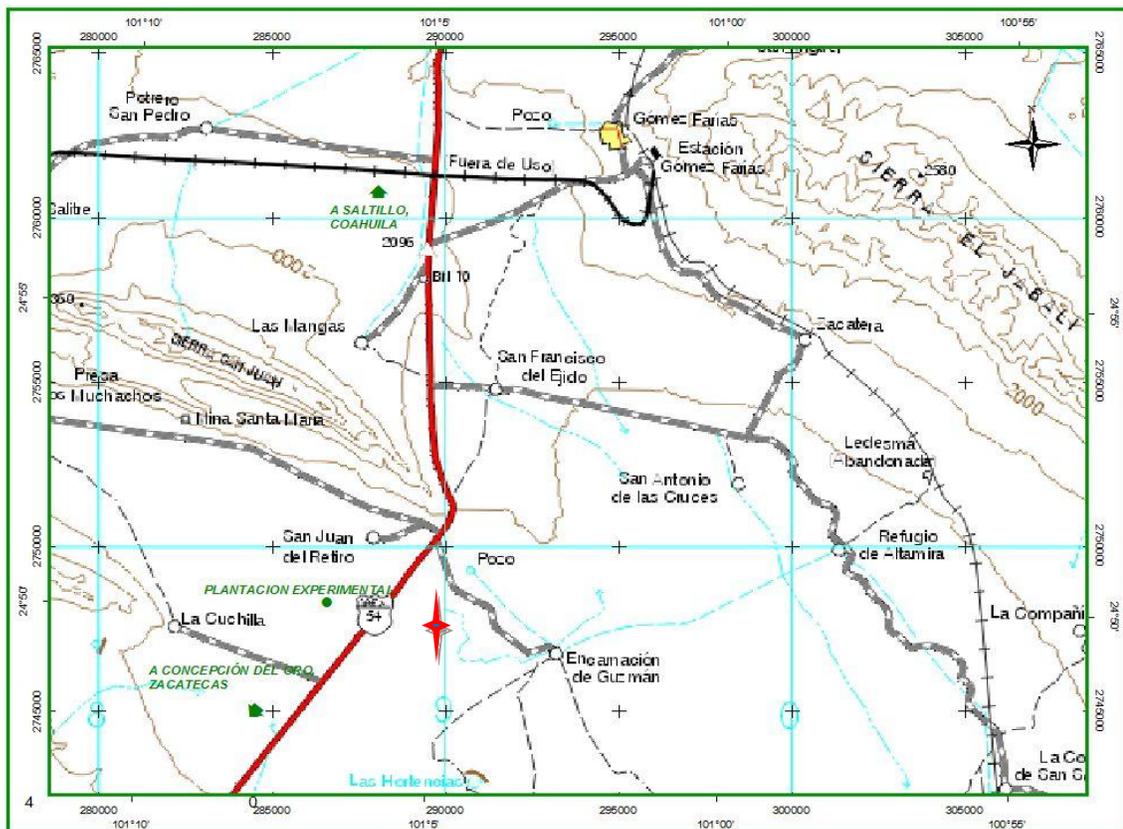
Tubex Tree Shelter con un 76.67 % de efectividad y el Seedling Protector Tubes (73.33%) de igual manera el Protex Pro Gro con un 70 % de efectividad en relación con los tratamientos de exclusión con malla gallinera arrojaron resultados inconsistentes, ya que las cercas no detienen a ratas, ratones o tuzas, es por tal motivo que los protectores individuales comerciales demostraron ser muy efectivos y además promueven el crecimiento de las plantas.

Cab (2009), al realizar un estudio en Saltillo, Coahuila en una plantación de *Opuntia rastrera* para el control de lagomorfos y ganado, al utilizar repelentes naturales de preparación artesanal, encontró que los tratamientos que mostraron mejor efectividad contra el ataque de lagomorfos y ganado fueron el tratamiento 1 (Hojas de pirul) y el tratamiento 4 (Ajo y chile habanero) con 13.33 % y 20 % de afectación por ganado respectivamente; no se encontraron evidencias de daños por liebre pero si hubo daños por ganado aunque en menor grado de afectación que en los demás tratamientos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

El predio se denomina ejido Encarnación de Guzmán, y está ubicado dentro del municipio de Saltillo, Coahuila. Dicho predio se localiza a 76.5 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, estando el acceso por la carretera federal 54 que conduce a Zacatecas, hasta el entronque al poblado San Juan de Retiro (70 km) y después se toma un camino de terracería hacia el oriente, siendo una distancia de 6.5 km hasta el poblado por esa desviación, teniendo las siguientes coordenadas N 24° 50' 20.1" y W 101° 04' 38.8" (Figura 5).



★ Unidad experimental de *Prosopis glandulosa*.

Figura 5. 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, I.N.E.G.I. 2001 Concepción del Oro G15-10, Escala 1:250,000 (Velasco, 2009).

3.2 Descripción de las condiciones físicas y biológicas

3.2.1 Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koppen, modificada por E. García, el clima es de tipo Bso h w € que corresponde a clima seco o estepario, semicalido, 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 extremoso con oscilaciones entre 7° y 14° C. La precipitación varía entre 300 y 400 mm anuales.

3.2.2 Geología

De acuerdo con la carta geológica del I.N.E.G.I. (2005) las rocas presentes en el predio, son de tipo sedimentarias y corresponden a conglomerados. Se encuentran escasamente presentes ya que el suelo es plano, profundo y con escasa pedregosidad.

3.2.3 Suelos

De acuerdo con CETENAL (1975), los suelos presentes en este predio, según lo señalado por la carta edafológica son de los tipos xerosoles haplico, sin fase salina a moderadamente salinos, solonetz ortico sin fase salina a ligeramente salino y en ocasiones con fase sódica, textura media fina, ambos en ocasiones con fase petrogypsica y petrogypsica profunda.

Xerosol háplico. Son suelos de zonas áridas y semiáridas con un horizonte A ocrico, y contenido moderado de materia orgánica; pueden presentar horizonte B cambico. 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.

Solonetz órtico. Son suelos tequesquitosos conocidos como suelos alcalinos o suelos de álcali negro. Se caracterizan por el predominio de carbonato de sodio entre las sales solubles que contienen. Corresponden a la etapa en que ocurre el lavado de aguas salinas.

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 8 %, en el pie de monte y lomeríos., la exposición que domina es zenital, la elevación del terreno varía entre 1740 y 1850 m.s.n.m. (I.N.E.G.I, 2005).

3.2.5 Hidrología

El ejido Encarnación de Guzmán se encuentra enclavado en la región hidrológica "RH 37", El Salado, cuenca "C", Sierra de Rodríguez, subcuenca "b", Concepción de Oro. El coeficiente de escurrimiento varia de 0-5 %. (I.N.E.G.I, 2005).

3.2.6 Vegetación

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

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

Las principales especies presentes en este tipo de vegetación son *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia sp* (gigantillo), *Berberis trifoliata* (agrito), *Echinocerus conglomeratus* (alicoche), *Echinocactus visnaga* (Bisnaga burra), *Ferocactus pringlei* (Biznaga colorada), *Opuntia imbricata* (Cardenche), *Opuntia leptocaulis* (Tasajillo), *Opuntia tunicata* (Clavellina), *Opuntia microdasis* (Nopal cegador), *Opuntia robusta* (Nopal rastrero), *Opuntia cantabrigensis* (Nopal cuijo), *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Florenzia cernua* (Hojesen), *Koeberlina sp* (Junco), *Atriplex canescens* (Costilla de vaca).

Matorral desértico rosetófilo (crasirosulifolio espinoso). Corresponden 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 yuca, 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 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 micrófito (inorme y subinorme). Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja o foliolo 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 mas 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 hojaseén, mezquite y cardenche.

Izotal. Asociación vegetal en la cual predominan especies del género Yuca, 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 inclinados y con buen drenaje. En este predio la especie dominante es la *yuca filifera*.

3.2.7 Fauna silvestre

La fauna que se localiza en el predio bajo estudio, está constituida por las siguientes especies: *Canis latrans* (Coyote), *Mephitis macroura* (Zorrillo), *Taxidea taxus* (Tejón), *Didelphis marsupialis* (Tlacuache), *Sylvilagus floridanus* (Conejo), *Lepus Californicus* (Liebre), *Dipodomys merriami* (Rata canguro), *Geococcyx californicus* (Correcaminos), *Cathartes aura aura* (Aura), *Corvux corax* (Cuervo), *Bubo virginianus* (Tecolote), *Buteo jamaicensis* (Aguila cola roja), *Falco sp.* (Halcon), *Accipiter sp.* (Gavilan), *Callipepla squamata* (Codorniz escamosa), *Mimus polyglottos* (Cenzontle), *Crotalus sp.* (Vivora de cascabel), *Pryhnosoma sp.*(Camaleon), *Sceloporus sp.* (Lagartija) (Nájera, 2000).

3.3 Metodología

A continuación se describe la metodología que fue empleada en la preparación de la parcela experimental demostrativa para el establecimiento de la plantación de mezquite.

3.3.1 Procedimiento experimental

Establecimiento de la plantación

El trabajo de investigación se fundamentó en el establecimiento de una plantación de *Prosopis glandulosa* (Mezquite), en una superficie de 2700 m² con el objeto de evaluar la efectividad de diferentes repelentes naturales de preparación artesanal y un repelente comercial contra el ataque de lagomorfos en plantas de mezquite; además se evaluó el crecimiento de las plantas al ser protegidas por este método de protección.

Número de plantas utilizadas

En el establecimiento de la plantación se utilizaron 7 tratamientos con tres repeticiones cada uno y el número de plantas por unidad experimental es de 5 plantas, con una cantidad de 15 plantas por tratamiento, trasladados de la ciudad de Saltillo hasta el lugar de la plantación con los cuidados necesarios. El espaciamiento entre planta y planta y entre líneas de plantación de 3 m por 3 m. La separación de plantas entre unidades experimentales es de 6 m. El arreglo fue en tres bolillo con un total de 105 plantas. El área experimental tienen las siguientes medidas de 60 m por 45 m, en el cual se evaluó la eficiencia de los repelentes.

3.3.2. Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos aplicados consistieron en utilizar repelentes naturales de preparación artesanal utilizando como base los ingredientes de los repelentes comerciales y un repelente comercial disponible en el mercado. Los tratamientos incluyen la evaluación de la efectividad de los tratamientos y el crecimiento y sobrevivencia a todas las plantas de mezquite.

Repelentes naturales

Tratamiento 1. Preparado base de hoja de pirul (*Schinus molle*). Se recolectó y se pesó 1356.7 gr. de hojas de la especie considerada las cuales se molieron en una licuadora y se paso por un colador para la obtención del repelente liquido de pirul hasta obtener 2 litros. De sustrato a utilizar y su posterior aplicación (Figura 6).



Figura 6. Extracto de *Schinus molle* (pirul).

Tratamiento 2. Preparado a base de semillas y hojas de lila (*Melia azederach*). Se pesó 100gr de hojas y 200 gr de frutos (verde y maduro) más agua para obtener 100 ml del preparado más 200 ml de agua. Para preparar el repelente, de igual forma se molió en una licuadora y se pasó por un colador para la obtención del repelente líquido de lila (Figura 7).



Figura 7. Extracto de *Melia azederach* (lila).

Tratamiento 3. Preparado a base de sangre de bovino y huevo podrido. Se utilizó 1 litro de sangre de bovino. Agregándole 6 huevos, se manipularon para acelerar la descomposición del huevo. A este preparado se le agrego 2000 ml de agua con una licuadora se procedió a moler la sangre una vez coagulada y con el colador se eliminaron las impurezas para posteriormente obtener el repelente (Figura 8).



Figura 8. Preparado base de sangre de bovino y huevo podrido.

Tratamiento 4. Preparado a base de ajo y chile habanero. Se pesaron 80 gr y 365 gr de chile y ajo mas agua para obtener 800 ml del preparado del cual solo se utilizó 500 ml del preparado + 2000 ml de agua. Con la ayuda de una licuadora se molieron y con un colador eliminamos las impurezas para obtener el líquido necesario para el repelente (Figura 9).



Figura 9. Extracto de ajo y chile habanero.

Tratamiento 5. Preparado a base de pirul, sangre, huevo podrido, ajo y chile. 400 ml del preparado de pirul + 300 ml del preparado de sangre de bovino y huevo podrido + 300 ml del preparado de ajo y chile + 200 ml de agua. En este tratamiento se combinaron los tratamientos 1, 3, 4, se pusieron en la licuadora para que se revolvieran todos los tratamientos y con la ayuda del colador eliminamos las impurezas y de ahí se obtuvo el repelente.

Repelente comercial

Tratamiento 6. Deer off líquido concentrado, del cual se formó una solución con agua en proporción 1 a 7 (143 ml por litro de agua) (Figura 10).



Figura 10. Deer off.

Testigo

Tratamiento 7. Sin Repelente

3.3.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, y 5 plantas por unidad experimental. Después de haber establecida la plantación fueron aplicados los tratamientos descritos anteriormente, previo sorteo de los mismos, quedando distribuidos como se muestra en el (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.

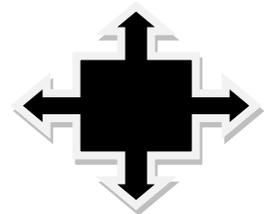
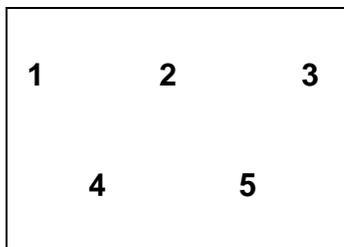
T_i = Efecto verdadero del i -ésimo tratamiento.

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

Cuadro 1. Distribución de tratamientos del experimento para el control de lagomorfos en *Prosopis glandulosa*.

T3 R2	T6 R3	T4 R2	T2 R2	T5 R1
T4 R1	T1 R3		T1 R2	T7 R3
	T5 R3	SIN TRAT	T4 R3	T3 R1
T6 R2	T1 R1	T3 R3	T2 R1	T5 R2
T2 R3	T7 R1		T7 R2	T6 R1

Numeración de las plantas



3.3.4 Medición y definición de Variables

3.3.5 Variables evaluadas

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 y cobertura) para cada uno de los tratamientos.

3.3.6 Categoría de daño

Las categorías de daño son cinco, las clasificaciones se hicieron según el grado de afectación en altura (Figura11).

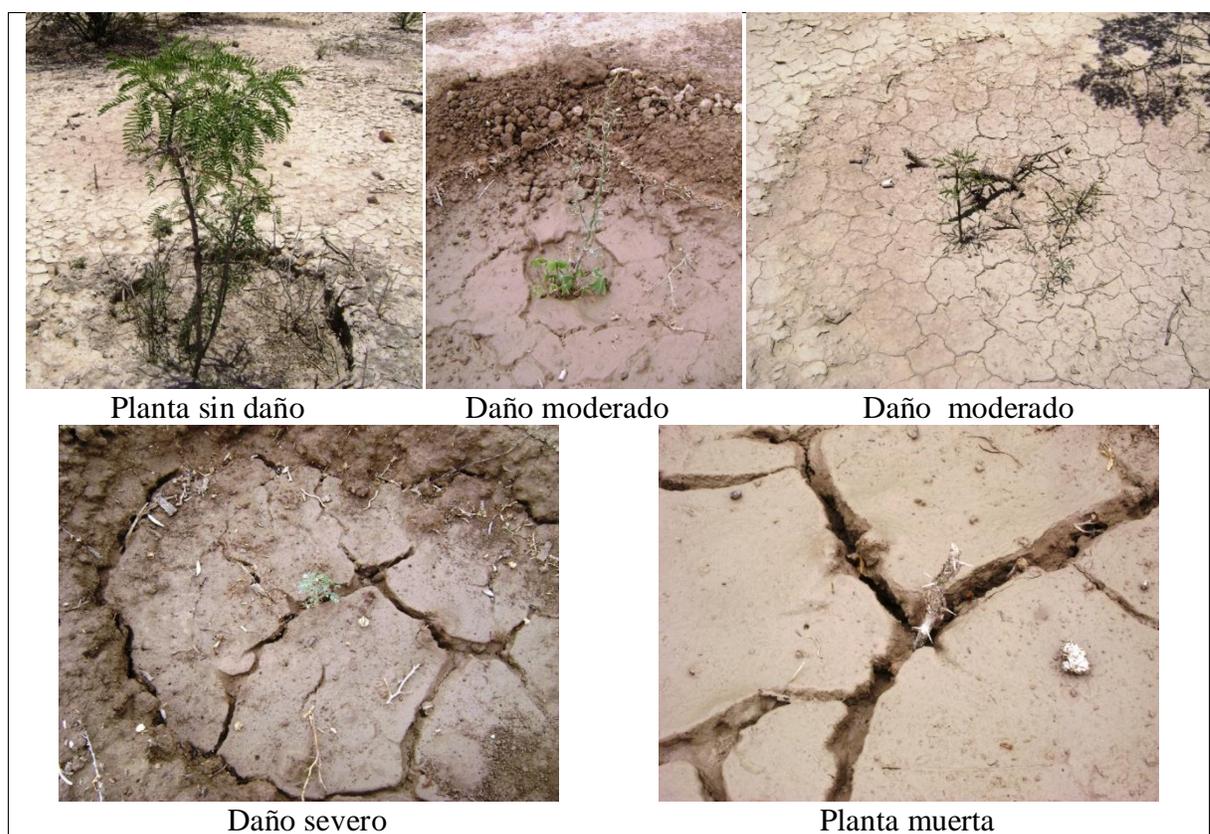


Figura 11. Grado de afectación en altura por lagomorfos.

Planta Sin Daño 0 % de la planta dañada, Daño Ligero de 1 a 30 % de la altura total de la planta dañada, Daño Moderado de 31 a 60 % de la altura total de la planta dañada, Daño Severo de 61 a 100 % de la altura total de la planta dañada, Planta Muerta por lagomorfos u otros factores 100 % (Cuadro 2).

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

Categorías	Descripción	% de afectación en altura
P.S.D	Planta Sin Daño	0
D.L	Daño Ligero	1-30
D.M	Daño Moderado	31-60
D.S	Daño Severo	61-100
P.M	Planta Muerta	

3.3.7 Variables dasométricas

En cuanto a las variables dasométricas se evaluó la altura y cobertura de las plantas de los siete tratamientos, se realizó únicamente en la primera y tercera evaluación, obteniendo una altura y cobertura inicial, altura y cobertura final durante el periodo de evaluación (Cuadros 8 y 9).

3.3.8 Fechas de evaluación

Se realizaron tres evaluaciones durante el experimento en diferentes fechas realizándose una medición inicial en altura y cobertura en el mes de agosto del 2009; la segunda evaluación se efectuó en el mes de octubre del 2009, donde se evaluó el grado de afectación de las plantas en cada uno de los tratamientos; en la tercera evaluación se evaluó el grado de afectación y la medición de la altura y cobertura (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluaciones realizadas durante el experimento.

Primera medición	Evaluación de daños	Segunda medición
22/08/09	9/10/09	05/11/09

3.3.9. 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 en cada una de las evaluaciones.

Para conocer los parámetros de altura y crecimiento, 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 Duncan para el grado de afectación y Tukey para las variables dasométricas, a fin de analizar y detectar diferencias significativas entre los tratamientos.

Para cumplir con los supuestos de la población sujeta al análisis de varianza se transformaron los datos mediante el logaritmo base 10 del porcentaje +1, de los daños.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Grado de afectación para la variable Daño Ligero (DL)

En el análisis de varianza para la variable Daño Ligero (DL) al nivel de probabilidad de 0.05, ocasionado por lagomorfos, se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 4. Los tratamientos que mostraron mayor daño ligero por ataque de lagomorfos fueron el tratamiento 5 y 3, ambos con 60 %. Los tratamiento 5 y 3 son iguales estadísticamente, pero diferentes a los tratamientos 1 y 7.

Los tratamientos que siguen son el 2, 6 y 4 con 33.33 %, 26.67 % y 20.00 %, respectivamente.

Los tratamientos que mostraron menor daño son el 1 y 7 con 13.33 % y 6.67 %, respectivamente.

Cuadro 4. Grado de afectación para la variable daño ligero.

Tratamiento	% de Daño
5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4	60.00
3. Sangre de bovino y huevo podrido	60.00
2. Frutos y hojas de lila	33.33
6. Deer off	26.67
4. Ajo y chile habanero	20.00
1. Hojas de pirul	13.33
7. Testigo	6.67

En la Figura 12 se realiza un análisis comparativo del variable daño ligero de los tratamientos, y en ella se aprecian los tratamientos que presentaron mayor y menor afectación por el ataque de lagomorfos.

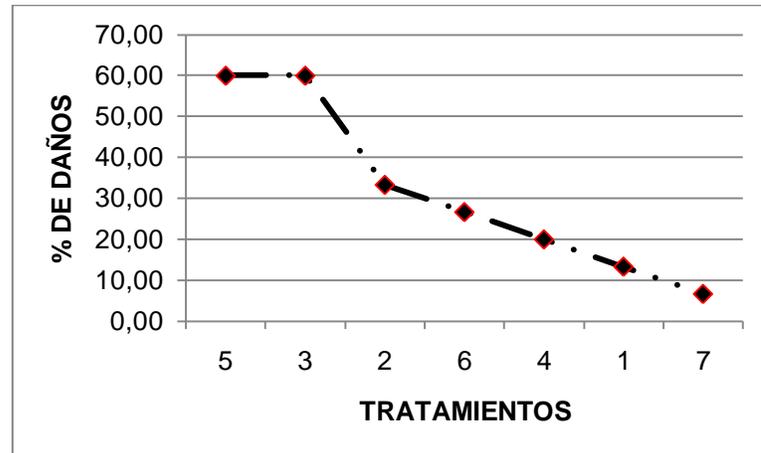


Figura 12. Grado de afectación para la variable DL.

4.2 Grado de afectación para la variable Daño Moderado (DM)

En el análisis de varianza para la variable Daño Moderado (DM) al nivel de probabilidad de 0.05, ocasionada por lagomorfos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 5. Los tratamientos que presentaron mayor daño moderado por ataque de lagomorfos fueron los tratamiento 6 y 4 con 46.67 % y 40.00 % respectivamente. El tratamiento 6 es igual estadísticamente a todos los tratamientos.

Los tratamientos que siguen fueron el 1 y 5 ambos con 33.33 %, seguido por el 7 con 26.67 % y el 3 con un 20 %.

El tratamiento que presentó menor daño fue el 2 con 13.33 %.

Cuadro 5. Grado de afectación para la variable daño moderado.

Tratamiento	% de daño
6. Deer off	46.67
4. Ajo y chile habanero	40.00
1. Hojas de pirul	33.33
5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4	33.33
7. Testigo	26.67
3. Sangre de bovino y huevo podrido	20.00
2. Frutos y hojas de lila	13.33

En la Figura 13 se realiza un análisis comparativo de la variable Daño Moderado entre los tratamientos, y en ella se aprecian los tratamientos que presentaron mayor y menor afectación por lagomorfos.

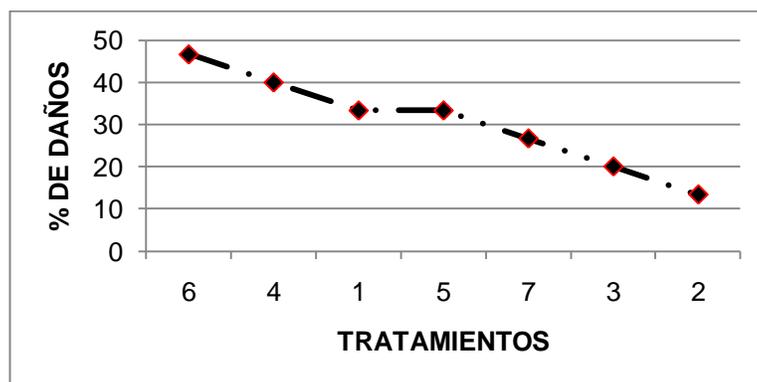


Figura 13. Grado de afectación para la variable DM.

4.3 Grado de afectación para la variable Daño Severo (DS)

En el análisis de varianza para la variable Daño Severo (DS) al nivel de probabilidad de 0.05, ocasionada por lagomorfos, se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 6. El tratamiento que mostro mayor daño severo por ataque de lagomorfos fue el

tratamiento 7 con 60.00 % de daño. El tratamiento 7 es diferente estadísticamente a los tratamientos 3 y 5.

Los tratamientos que siguen son el 2 y 1 ambos con 53.33 %, seguido por el 4 con 40.00 % y el 6 con un 26.67 %.

Los tratamientos que presentaron menor daño severo fueron el 3 y el 5 con 20 % y 6.67 %, respectivamente.

Cuadro 6. Grado de afectación para la variable daño severo.

Tratamiento	% de daño
7. Testigo	60.00
2. Frutos y hojas de Lila	53.33
1. Hojas de pirul	53.33
4. Ajo y chile habanero	40.00
6. Deer off	26.67
3. Sangre de bovino y huevo podrido	20.00
5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4	6.67

En la Figura 14 se realiza un análisis comparativo de la variable daño severo de los tratamientos, y en ella se aprecian los tratamientos que presentaron mayor y menor afectación por ataque de lagomorfos.

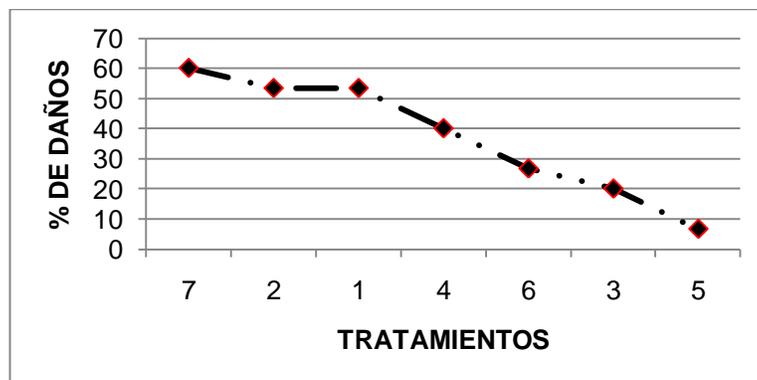


Figura 14. Grado de afectación para la variable DS.

4.4 Grado de afectación para la variable Planta Muerta (PM)

En el análisis de varianza para la variable planta muerta (PM) al nivel de probabilidad de 0.05, ocasionada por lagomorfos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 7. El tratamiento que mostro mayor porcentaje de plantas muerta por ataque lagomorfos fue el tratamiento 7 con un 6.667 %. Seguido de los demás tratamientos con 0.00 %. El tratamiento 7 es igual estadísticamente a todos los tratamientos.

Cuadro 7. Grado de afectación para la variable planta muerta.

Tratamiento	% de daño
7. Testigo	6.67
2. Frutos y hojas de Lila	0.00
1. Hojas de pirul	0.00
4. Ajo y chile habanero	0.00
5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4	0.00
6. Deer off	0.00
3. Sangre de bovino y huevo podrido	0.00

En la Figura 15 se realiza un análisis para la variable planta muerta.

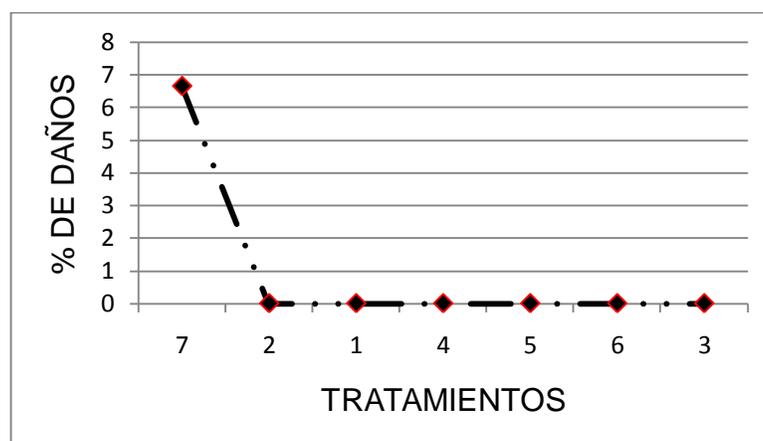


Figura 15. Grado de afectación para la variable PM.

4.5 Afectación en altura por daños

Un buen indicador del grado de afectividad de los tratamientos evaluados para la protección contra lagomorfos es la altura de las plantas y su crecimiento, ya que cada una de estas variables se ve afectada a causa del ramoneo y troce del tallo de la planta.

El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias al nivel de 0.05, existen diferencias significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 8. Los tratamientos que mostraron menor decremento son el 5 (combinación de tratamientos 1, 3 y 4) con - 3.167 cm; y el 3 (sangre de bovino y huevo podrido) con - 4.660 cm, Son iguales estadísticamente pero diferentes al tratamiento 1.

Los tratamientos que siguen son el 2 (frutos y hojas de Lila) con - 5.467 cm, el 7 (testigo) con - 6.267 cm, el 4 (ajo y chile habanero) con - 8.600 cm, y el 6 (Deer off), con -10.33 cm.

El mayor decremento lo presentó el tratamiento 1 (hojas de pirul) con un decremento de -15.567 cm de altura.

Cuadro 8. Afectación en altura por daños.

Tratamiento	Evaluación inicial (cm)	Evaluación final (cm)	Decremento en altura (cm)
5	26.07	22.90	- 3.167
3	25.39	20.73	- 4.660
2	20.60	15.13	- 5.467
7	17.67	11.40	- 6.267
4	25.17	16.57	- 8.600
6	27.77	17.43	- 10.33
1	30.63	15.07	- 15.567

En la Figura 16 se realiza un análisis comparativo de la variable altura entre los tratamientos, y en ella se aprecian los tratamientos que presentaron mayor y menor decremento por ataque de lagomorfos. El tratamiento 5 y el 3 fueron los que presentaron los menores decrementos.

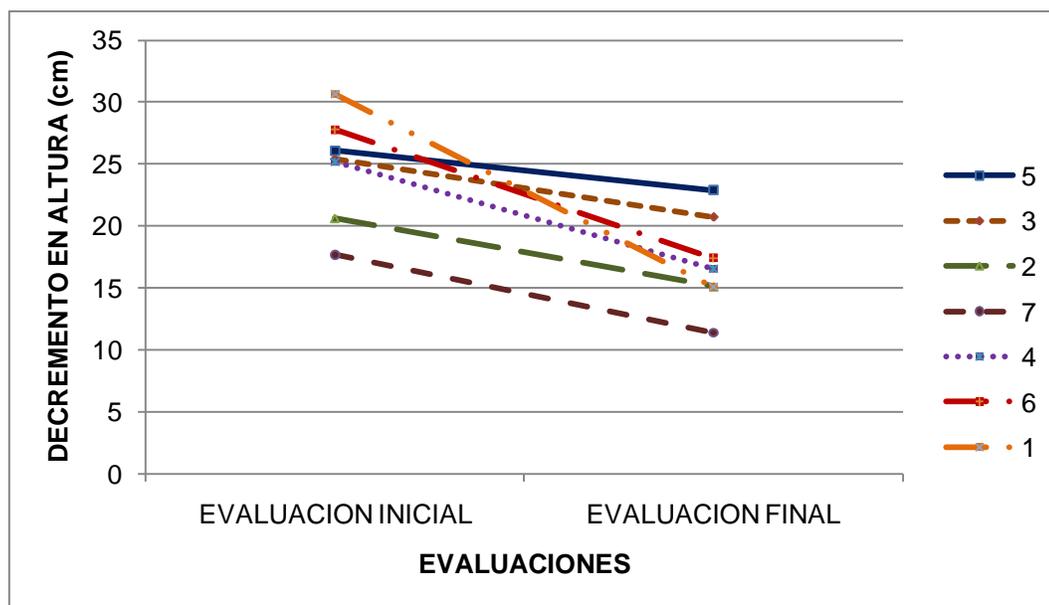


Figura 16. Decremento en altura por daños.

4.6 Afectación en diámetro de copa por daños

Otro indicador del grado de afectividad de los tratamientos evaluados para la protección contra lagomorfos es el diámetro de copa de las plantas.

El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias al nivel de 0.05, existen diferencias estadísticas significativas.

Los datos de afectación por tratamiento se presentan en el Cuadro 9. Con relación al diámetro de copa el menor decremento lo presentó el tratamiento 2 (frutos y hojas de lila) con - 0.433 cm. Es diferente estadísticamente al tratamiento 1.

Los tratamientos que siguen son el 7 (Testigo) con - 1.100 cm, el 3 (sangre de bovino y huevo podrido), con - 2.133 cm, el 4 (ajo y chile habanero), con - 2.183 cm, y el 5 (combinación de tratamientos 1, 3 y 4), con - 2.600 cm.

Los tratamientos que presentaron el mayor decremento son el 6 (Deer off) con -4.450 cm, y el 1 (hojas de pirul) con - 5.617 cm, por ataque de lagomorfos.

Cuadro 9. Afectación en diámetro de copa por daños.

Tratamiento	Diam. de copa inicial	Diam. de copa final	Decremento en diam. de copa (cm)
2	5.483	5.050	- 0.433
7	4.833	3.733	- 1.100
3	7.300	5.167	- 2.133
4	6.933	4.750	- 2.183
5	9.000	6.400	- 2.600
6	8.467	4.017	- 4.450
1	9.983	4.367	- 5.617

En la Figura 17 se realiza un análisis comparativo de la variable diámetro de copa entre los tratamientos, y en ella se aprecian los tratamientos que presentaron mayor y menor decremento por ataque de lagomorfos.

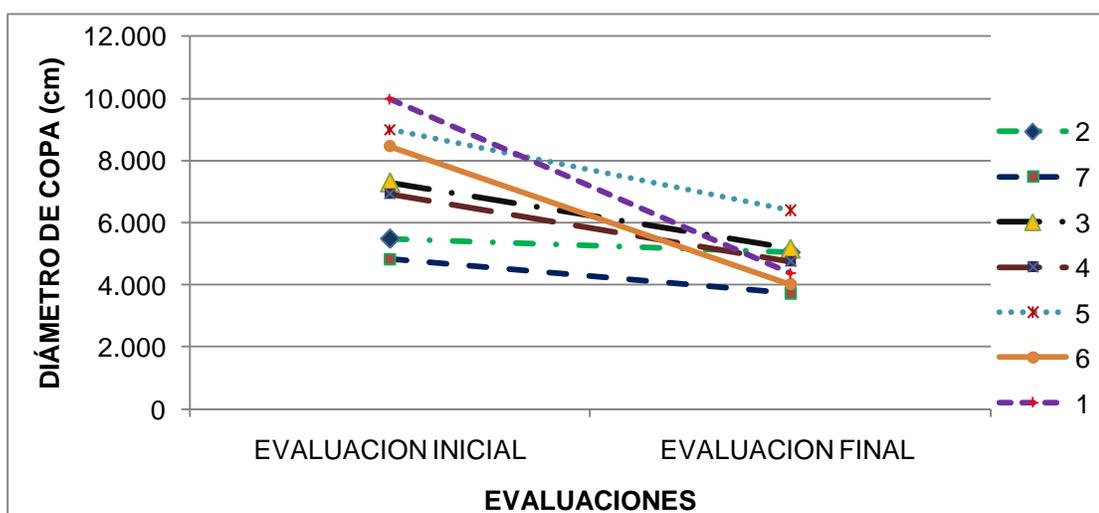


Figura 17. Afectación en diámetro de copa por daños.

4.7 Discusión

Estos resultados son muy diferentes a los observados por Cab (2009), quien encontró que los tratamientos que mostraron mejor efectividad contra el ataque de lagomorfos y ganado fueron el tratamiento 1 (Hojas de pirul) y el tratamiento 4 (Ajo y chile habanero) con 13.33 % y 20 % de afectación por ganado respectivamente; no se encontraron evidencias de daños por liebre pero si hubo daños por ganado aunque en menor grado de afectación que en los demás tratamientos.

Nájera (2007), en el lote de mezquite encontró que los tratamientos consistentes en repelentes que mostraron la mayor efectividad con 90 % fueron el 12 (Deer Away) y el 17 (Pirul), este último con cero porciento de mortalidad. El tratamiento 11 (Deer off) les sigue en efectividad con 86.67 % y cero mortalidad. Para el lote de *Pinus pinceana* los repelentes no mostraron resultados satisfactorios, con excepción de Deer off (Tratamiento 11) y Plantskydd (Tratamiento 15), que tuvieron efectividad de 73.33 % y 70 % respectivamente.

De igual forma los resultados obtenidos en la presente investigación son diferentes a los de Cad (2005), ya que en el trabajo con nopal se presentaron daños por ganado y no por lagomorfos.

Los tratamientos que presentaron mayor efectividad fueron a base de combinación de tratamientos 1, 3 y 4 y a base de sangre de bovino y huevo podrido. Son similares a los resultados observados por Ovalle *et al.*, (2002), quienes encontraron que la sangre de bovino actúa como repelente para herbívoros, pero no es recomendada por motivos de sanidad y por que los repelentes presentaron un bajo porcentaje de protección de plantas a largo plaza, sin embargo dentro de los primeros 20 a 25 días si cumplían los objetivos.

V. CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados de las variables evaluadas, en cada uno de los tratamientos para el control de lagomorfos en la parcela experimental demostrativa de *Prosopis glandulosa*, en el Municipio de Saltillo, Coahuila, se concluye lo siguiente:

Ninguno de los tratamientos resulto 100 % efectivo ya que todos presentaron alguna categoría de daño por lagomorfos, sin embargo los tratamientos que mostraron mayor daño ligero fueron el 5 y 3, ambos con 60 %, sin embargo en la categoría de daño severo presentaron un 20 % y 6.67 % respectivamente.

El tratamiento 7 presento el menor porcentaje de daños en la categoría de daño ligero con un 6.67 %, sin embargo en la categoría de daño severo presento el mayor porcentaje de daño con 60.00 % y en la categoría de planta muerta un 6.67 % de plantas muertas por ataque de lagomorfos.

Con relación a la variable altura, el mejor tratamientos fue el 5 (combinación de tratamientos 1, 3 y 4) con un decremento de - 3.167 cm.

Con relación al diámetro de copa el mejor tratamiento fue el 2 (frutos y hojas de Lila) con un decremento de - 0.433 cm.

VI. RECOMENDACIONES

Una vez obtenido los resultados de las diferentes variables evaluadas y discutidos en el presente trabajo de investigación, se mencionan las siguientes recomendaciones para el establecimiento y mantenimiento de una plantación forestal de *Prosopis glandulosa* (mezquite) en zonas áridas:

En plantaciones de zonas áridas donde se identifiquen problemas y daños a las plantas que sean por lagomorfos (liebres y conejos), en el establecimiento de plantaciones se recomienda la utilización de repelentes preparados a base de combinación de tratamientos 1, 3 y 4 (Tratamiento 5) ya que resulto ser más eficiente en relación a la variable altura.

Se recomienda la utilización de repelentes dependiendo del tipo de especie y modo de crecimiento ya que 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.

Una vez terminado el periodo de lluvias se realice una vez más la aplicación del repelente ya que en el periodo de lluvias se lavaría y disminuiría su efectividad, con una nueva aplicación se aseguraría el establecimiento y sobrevivencia de la plantación. Una vez terminado el periodo de lluvia el alimento empezara a escasear y la fauna empezara a buscar el alimento disponible en esa época del año.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arroyo R., V. 2005. Uso de diferentes asociaciones vegetales por lagomorfos en mapimi, Durango, México. Acta Zoologica Mexicana (nueva serie), año/vol. 21, numero 003 Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Mexico pp. 151-153.
- Bonino, N. 1997. Prenatal development of the European hare (*Lepus europaeus*) in Patagonia, Argentina. Journal of Wildlife Research, 2(1):43-46.
- Bonino, N. 2007. Métodos utilizados para el control de liebres y conejos introducidos en la Patagonia. <http://www.produccionbovina.com/fauna/45-control.pdf> (2 de septiembre de 2009).
- Bonino, N. y G. Cortés. 2007. Prevención del daño ocasionado por algunas especies de fauna silvestre y ganado doméstico en las forestaciones. INTA – EEA Bariloche. Argentina.
- Bonino, N.; Borrelli, L. 2006. Variación estacional de la dieta del conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en la región andina de Neuquén, Argentina. Ecología Austral 16(1):7-13.
- Bonino, N.; Donadio, E. 2002. Aspectos de la reproducción del conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en la región cordillerana de Neuquén. Pp. 58. En: Libro de Resúmenes XVII Reunión SAREM, Mar del Plata.
- Bonino, N.; Donadio, E. 2009. Variables corporales y dimorfismo sexual en el conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) introducido en Argentina. Mastozoología Neotropical: en prensa.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. Mimosoideae). Journ. Arnold Arbor. 57:217-249; 450-485.
- Cab T., R. G. 2009. Evaluación de repelentes naturales para el control de lagomorfos y ganado en una plantación de nopal en Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 32 p.
- Carrillo-García, A., J. L. León de la Luz, Y. Bashan y G. J. Bethlenfalvay. 1999. Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a disturbed area of the Sonoran Desert. Restoration Ecology 7(4): 321-335.
- CETENAL. 1975. Carta edafológica Gomez Farias. G14C53. G14C53. Escala 1:250 000. México.
- CONAZA e INE.1994. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. 31p.

- Cozzo, D. 1995. Silvicultura de Plantaciones Maderables. Tomo 1 y 2. 1ª. Edición. Orientación gráfica editora, S. de R. L. Buenos Aires, Argentina. 904 p.
- Cwielong, P; Rodríguez, N. 1994. Protección de plantaciones de pinos contra ataque de liebres. CIEFAP, Cartilla de Divulgación N° 5
- Durso, D. F., T. J. Allen and B.J. Ragsdale. 1973. Possibilities for commercial utilization of mezquite. In J. E. Miller (Editor). Mezquite growth, development and management. Texas A & M University. U.S.A.
- González Vicente, C. 2000. Beneficios de las plantaciones forestales comerciales. En:
www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/revista/revista_8/PLANTACION.PDF.
- González, R. A. 1980. Roedores plaga en las zonas agrícolas del distrito federal. 46 p.
- INEGI. 2005. Carta topográfica. Gómez Farías. G14C53. Escala 1:50 000.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1994, Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México.
- Mc Intosh, I.G. 1956. Danger of rabbit baits to livestock. New Zealand Journal of Agriculture 92:435-438.
- Nabhan, G.P. 1985. Gathering the desert. The University of Arizona Press. USA. p. 61-74.
- 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.
- Nájera, C., J. A. 2000. Programa de manejo forestal para aprovechamiento persistente de mezquite del ejido Encarnación de Guzmán, mpio. de Saltillo, Coahuila.
- NAS. 1980. Firewood Crops. Shrub and tree species for energy production. National Academy of Sciences. Washington, D.C. U.S.A. p. 146-159.
- Ovalle, C., F.O. y Skewes O. 2002. Evaluación de distintos métodos de prevención de daño por lagomorfos en plantaciones de Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* ssp. *Palmensis*). Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias (INIA). Chillán, Chile.
- Prado, J. A. y S. Barros. 1989. Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. INFOR. 199 p.

- Rodríguez T., A. R. 1980. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ª. Edición, pp. 432-443.
- Rzedowski, J. y R. Mc Vaugh. 1966. La vegetación de la nueva Galicia. Contr. Unive. Mich. Herb. 55 p.
- S.F.F. 1980. Vademecum Forestal Mexicano. SARH. México.
- SAS **Institute** Inc. 1987. SAS/TAT™. Guide for personal computer, Version 6.0. Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 p.
- Signoret, P. J. 1970. Datos sobre características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata*). En: Gómez L., F. Signoret P., J, y C. Abuin M, Mezquites y Huizaches. I, M, R, N, R. México.
- Szukiel, E. 1976. Damage caused by hares in forests and way of its reduction. Pp. 237-239 In Ecology and Management of european hare population.
- Vandermeer, J. 1980. Saguaros and nurse trees: a new hypothesis to account for population fluctuations. Southwestern Naturalist 25: 357-360.
- Velasco, J.L.V. 2009. Mecanismos de protección contra roedores y lagomorfos en una plantación de *Prosopis glandulosa*, en el Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P 30.
- Velázquez, G. H. J. 2008. Evaluación de mecanismos físicos de protección contra Roedores y Lagomorfos en *Pinus pinceana* Gordon, en el Ejido de San Juan del Retiro, Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P 39.
- Villanueva D., J., Hernández, A. R. y J. A. Ramírez 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 intensidad de daños.

Variable dependiente: Daño ligero

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	8190.47619	1365.07937	2.87	0.0490
Error	14	6666.66667	476.19048		
Total corregido	20	14857.14286			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de daño ligero	
	0.551282	69.43297	21.82179	31.4257	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable: Daño ligero
Alpha= 0.05 G.L. del error= 14

Agrupación Duncan	Media	N	Tratamiento
A	60.00	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4
A	60.00	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido
B A	33.33	3	2. Frutos y Hojas de Lila
B A	26.67	3	6. Deer off
B A	20.00	3	4. Ajo y Chile habanero
B	13.33	3	1. Hojas de pirul
B	6.67	3	7. Testigo

Análisis de varianza y Prueba de comparación de medias para la variable intensidad de daños.

Variable dependiente: Daño moderado

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	2361.904762	393.650794	0.90	0.5225
Error	14	6133.333333	438.095238		
Total corregido	20	8495.238095			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de daño mod.	
	0.278027	68.67894	20.93072	30.47619	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable: Daño moderado
Alpha= 0.05 G.L. del error= 14

Agrupación Duncan	Media	N	Tratamiento
A	46.67	3	6. Deer off
A	40.00	3	4. Ajo y Chile habanero
A	33.33	3	1. Hojas de Pirul
A	33.33	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4
A	26.67	3	7. Testigo
A	20.00	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido
A	13.33	3	2. Frutos y Hojas de Lila

Análisis de varianza y Prueba de comparación de medias para la variable intensidad de daños.

Variable dependiente: Daño severo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	7161.90476	1193.65079	2.85	0.0500
Error	14	5866.66667	419.04762		
Total corregido	20	13028.57143			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de daño sev.	
	0.549708	55.11330	20.47065	37.14286	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable: Daño severo
Alpha= 0.05 G.L. del error= 14

Agrupación Duncan	Media	N	Tratamiento
A	60.00	3	7. Testigo
B A	53.33	3	2. Frutos y Hojas de Lila
B A	53.33	3	1. Hojas de Pirul
B A C	40.00	3	4. Ajo y Chile habanero
B A C	26.67	3	6. Deer off
B C	20.00	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido
C	6.67	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4

Análisis de varianza y Prueba de comparación de medias para la variable intensidad de daños.

Variable dependiente: Planta muerta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	114.2857143	19.0476190	1.00	0.4628
Error	14	266.6666667	19.0476190		
Total corregido	20	380.9523810			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de altura	
	0.300000	458.2576	4.364358	0.952381	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable: Planta muerta
Alpha= 0.05 G.L. del error= 14

Agrupación Duncan	Media	N	Tratamiento
A	6.667	3	7. Testigo
A	0.000	3	2. Frutos y Hojas de Lila
A	0.000	3	1. Hojas de Pirul
A	0.000	3	4. Ajo y Chile habanero
A	0.000	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4
A	0.000	3	6. Deer off
A	0.000	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido

Análisis de varianza y Prueba de comparación para la variable afectación en altura por daños.

Variable dependiente: Altura

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	319.3804952	53.2300825	3.76	0.0193
Error	14	198.3349333	14.1667810		
Total corregido	20	517.7154286			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de altura	
	0.616904	-48.73686	3.763878	0.0193	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Tukey para la variable: daños

Alpha= 0.05 G.L. del error= 14 CME= 14.16678 Diferencia mínima significativa= 10.494

Agrupación Tukey	Media	N	Tratamiento
A	-3.167	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4
A	-4.660	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido
B A	-5.467	3	2. Frutos y Hojas de Lila
B A	-6.267	3	7. Testigo
B A	-8.600	3	4. Ajo y Chile habanero
B A	-10.333	3	6. Deer off
B	-15.567	3	1. Hojas de pirul

Análisis de varianza y Prueba de comparación de medias para variable afectación en cobertura por daños.

Variable dependiente: Diámetro de copa

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	6	59.53285714	9.92214286	6.20	0.0024
Error	14	22.39166667	1.59940476		
Total corregido	20	81.92452381			
	R-cuadrada	C.V	Raíz CME	Media de altura	
	0.726679	-47.80952	1.264676	-2.645238	

Prueba de comparación de medias

Prueba de rango múltiple de Tukey para la variable: Intensidad de daños
 Alpha= 0.05 G.L. del error= 14 CME= 1.599405 Diferencia mínima significativa= 3.5259

Agrupación Tukey	Media	N	Tratamiento
A	-0.433	3	2. Frutos y Hojas de Lila
B A	-1.100	3	7. Testigo
B A C	-2.133	3	3. Sangre de Bovino y Huevo Podrido
B A C	-2.183	3	4. Ajo y Chile habanero
B A C	-2.600	3	5. Combinación de tratamientos 1, 3 y 4
B C	-4.450	3	6. Deer off
C	-5.617	3	1. Hojas de Pirul