

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DEL NODRICISMO EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES
PARA REHABILITAR ÁREAS DEGRADADAS.**

Por:

ANTONIO LÓPEZ MONJARAZ

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

EFFECTO DEL NODRICISMO EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES
PARA REHABILITAR ÁREAS DEGRADADAS

TESIS

Por:

ANTONIO LÓPEZ MONJARAZ

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____

Dr. Luis Lauro de León González

Asesor: _____

Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor: _____

M. C. Luis Pérez Romero

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Ing. Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2008.

DEDICATORIA

A mis padres

Reyna Monjaraz Caballero

Antonio López Hernández

A ti mamita gracias por darme la vida, siempre me has enseñado que todo es posible a base de esfuerzos, comprendiste que la educación es el mejor camino para superarme, que luchaste hasta el cansancio, para ver a tu hijo triunfar.

A ti papá que a pesar de tu edad avanzada aún sigues con esa fortaleza como tú solamente lo sabes hacer, cultivando la tierra y trabajando arduamente, para mí eres un padre ejemplar, que con tu ejemplo me has conducido al camino correcto.

Para ustedes mamá y papá gracias, por haberme engendrado y depositar en mi todos los cuidados para poder crecer, a pesar de todo primero estaban sus hijos, aunque tenían que pasar hambre, desvelos, noches frías, días calurosos, con lluvias, siempre buscaron lo mejor para mi y mis hermanos, mil palabras no bastarían para agradecer su esfuerzo y apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida y mis estudios, por haber fomentado en mi el deseo de la superación y el anhelo de triunfo en la vida, por compartir mis penas y mis alegrías mis pequeñas victorias y dolorosos fracasos, por eso y más muchas gracias, ni con la riqueza más grande del mundo podré pagar

todo lo que han hecho por mi. Para ustedes con todo mi amor y cariño les dedico este trabajo.

*A mis hermanos: **Felicitas, Sergio, Procopio, Tere, Reyna y la más pequeña Ruth.***

Me siento un hermano afortunado por tenerlos como parte de mi familia, nunca los cambiaría por nada, gracias por apoyarme económica y moralmente, les dedico este trabajo por que aunque lejos de mi, lucharon y sacrificaron muchas cosas para que yo terminara mis estudios. Para ustedes con todo mi cariño.

***A mi abuelita: Petra Caballero Cruz,** gracias por estar siempre con nosotros en los momentos más difíciles y como mujer buscando soluciones a los problemas dentro de la familia.*

*A la memoria de mi querido abuelo **Bardomiano López Franco (+)**, que donde quiera que esté, siempre lo llevo presente en mi corazón.*

*A **Verónica Hernández Monjaraz** gracias por haberme dado la oportunidad de compartir mis alegrías, mis pequeñas victorias y dolorosos fracasos, fuiste siempre la fuente de mi inspiración con palabras de aliento y motivación sin pedir nada a cambio estaré siempre de ti agradecido.*

***A mi universidad,** que me abrió sus puertas dándome la oportunidad de prepararme y ser un profesionalista.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza y salud para seguir luchando en cada momento de mi vida.

Al Dr. Luis Lauro de León González por ser un maestro ejemplar dentro de mi formación como profesionalista y por brindarme el apoyo, su amistad incondicional, su dedicación y esfuerzo para la realización de este trabajo.

Al Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdez, por llegar en el preciso momento cuando más requería de su ayuda y tenerme mucha paciencia en la realización de este trabajo.

Al MC. Luis Pérez Romero, por su apoyo en la revisión de literatura y en la aportación de ideas para la realización de este trabajo.

Al personal del Departamento de Recursos Naturales Renovables: Jesús Cabrera Hernández y Francisco de Asís García Martínez por su apoyo en la toma de datos de campo y a todo el personal que de alguna u otra manera estuvieron siempre dispuestos en apoyarme para llevar a cabo este trabajo.

A mis compañeros que siempre estaban ahí dándome palabras de aliento y apoyándose incondicionalmente: Ing. Jesús León Coronel, Gabriela Guadalupe González Vásquez, Ing. Sergio Francisco Díaz González, Ing. Daniel Pérez Torres, Agustín Hernández Hernández, Ing. Agustín Zavala

Coyote, Ing. Gildardo España López, Ing. Manuel de la Torre Espinosa, Ing. Arturo Ávila Espino y Noé Martínez Crespo.

A mis amistades que nunca los olvidaré los llevaré siempre dentro de mi corazón: Nayeli Francisco Martínez, Anabel Domínguez Ramírez, Eloisa del Ángel Hernández, Eloisa Andrea Jiménez Mata, Jesús Hernández Cruz, Lucas Otero García, Honorio Hernández Morales, Celso Hernández Ramírez, Jorge Monjaraz Curiel, Ing. Pablo Monjaraz Curiel, Sinuhé Ortega Jiménez, Rubén Cruz García, Graciela Guadalupe López Valdez, Ing. Manuel Ríos Cruz, Ing. Eduardo Ríos Cruz, Jonathan Ali Escamilla Palomino, Ing. Rolando Hernández Arguello, Manuel Hernández Hernández, Iván Cruz Paz, Jorge Humberto Reyes Cruz, Sergio Adrián García Peláez, Ing. Eusebio Osorio Martínez e Ing. Gildardo Pérez Mireles

Al señor Rubén Méndez Salas y esposa María Esther Betancourt Valenzuela y a sus hijos Yadira Yesenia, Rubén y Rolando, de ustedes estoy muy agradecido por darme alojamiento en su casa durante mi estancia en la universidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Descripción del Deterioro de las Zonas Desérticas de México	5
Importancia de las Plantas Nodriza.....	8
Importancia de los Arbustos.....	10
Descripción de las Especies Utilizadas	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Descripción del Área de Estudio	23
Ubicación.....	23
Clima.....	23
Suelos.....	23
Vegetación.....	23
Fauna.....	25
Materiales.....	25
Nomenclatura de los Tratamientos.....	25
Metódica.....	26
Plantación.....	26
Toma de datos.....	27
Parámetros Evaluados.....	27
Sobrevivencia (establecimiento).....	27
Crecimiento.....	27
Cobertura aérea.....	28
Fitomasa aérea	28
Diseño y Análisis Estadístico.....	28
IV. RESULTADOS	29

Estadística Descriptiva.....	29
Cobertura, Crecimiento y Fitomasa por Especie para las Cuatro Estaciones del Año.....	35
Estadística Comparativa.....	40
Establecimiento.....	44
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. LITERATURA CITADA.....	51
APÉNDICE.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Núm.	
1 Comparación de medias para cobertura (cm ²) y crecimiento (cm), estación de invierno (21 de enero de 2006)	40
2 Comparación de medias para cobertura (cm ²) y crecimiento (cm), estación de primavera (6 de abril de 2006)	41
3 Comparación de medias para cobertura (cm ²) y crecimiento (cm), estación de verano (4 de julio de 2006)	42
4 Comparación de medias para cobertura (cm ²), crecimiento (cm) y fitomasa (gr), estación de otoño (6 de octubre de 2006)	43
5 Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Noreste	44
6 Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Sureste	45
7 Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación suroeste	45
8 Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación noroeste	46
9 Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento del testigo en la estación de otoño de 20	46
A1 Concentración de datos de invierno (21 de enero 2006)	59
A2 Concentración de datos de primavera (6 de abril 2006)	60
A3 Concentración de datos de verano (4 de julio 2006)	61
A4 Concentración de datos de otoño (6 de octubre 2006)	62
A5 Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de invierno (21 de enero de 2006)	63
A6 Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de primavera (6 de abril de 2006)	64
A7 Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de verano (4 de junio de 2006)	65
A8 Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de otoño (6 de octubre de 2006)	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Núm.		Página
1	Localización geográfica del rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.	24
2	Planta nodriza	26
3	Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de invierno (21 de enero de 2006).	29
4	Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de invierno (21 de enero de 2006).	30
5	Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de primavera (6 de abril de 2006).	31
6	Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de primavera (6 de abril de 2006).	31
7	Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de verano (4 de julio de 2006).	32
8	Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de verano (4 de julio de 2006).	33
9	Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).	33
10	Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).	34
11	Comparación de medias para fitomasa aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).	11

12	Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (invierno).	35
13	Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (invierno).	36
14	Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (primavera).	36
15	Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (primavera).	37
16	Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (verano).	37
17	Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (verano).	38
18	Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (otoño).	38
19	Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (otoño).	39
20	Comparación de medias en fitomasa aérea de cada una de las especies (otoño).	40

I. INTRODUCCIÓN

Los pastizales proveen un variado número de productos y servicios. Entre estos están forraje para ganado, alimento y refugio para la fauna, material de construcción, agua para tierras de cultivo y uso doméstico, recreación, conservación de la biodiversidad para la explotación futura de especies de importancia económica, etc. El mantener una producción sostenible de estos depende de la conservación en buen estado de los pastizales. Cuando el deterioro se produce, aumenta la desertificación y el pastizal pasa de un cierto nivel de condición a otro inferior en un período de transición más largo e imperceptible. Si el disturbio persiste continuará desertificándose el sistema hasta pasar a otro nivel más bajo aún. Este deterioro se produce generalmente en forma gradual pero si no se detiene comienza a perfilarse procesos erosivos del suelo que con el tiempo se intensifican.

Esta comparación permite comprender mejor por qué la flexibilidad de la vegetación está relacionada con su propia condición. Pero esa condición (o estado de salud) no es la causa misma del deterioro ni de que el mismo continúe. La causa es el disturbio que se produce el cual puede estar representado en un momento dado por una sequía intensa o muy prolongada, un excesivo pastoreo, un incendio, o un talado excesivo de especies leñosas, o bien por cualquier otra forma de destrucción del pastizal (Coppa, 2004).

Se puede apreciar que la mayoría de las especies arbustivas desempeñan un papel importante para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas, además de que proporcionan recursos alimenticios al hombre, medicinales, artesanales, forrajeros, etc., generando beneficios económicos para la humanidad.

La restauración implica volver a un ecosistema su estado original, se procura una semejanza al que prevalecía al momento de la degradación, con objetivos ecológicos y agronómicos.

La revegetación o plantación de arbustos es una práctica común tanto en los procesos de restauración ecológica, como en la rehabilitación o recomposición de una zona donde la cubierta vegetal está degradada o alterada. En todos los casos, la revegetación se hace siguiendo principios ecológicos con la finalidad de restaurar la funcionalidad, siempre y cuando se usen criterios adecuados para lograr el objetivo, entre ellos la forma y rapidez de crecimiento del arbusto, clima, compatibilidad con otras especies, propiedades del suelo, etc.

El efecto del nocricismo es una técnica que permitirá a la planta nodriza crear las condiciones necesarias de humedad, nutrimentos, protección contra la radiación, incrementar la concentración de nitrógeno del suelo debajo de su copa, etc., para que el arbusto a establecerse aumente su probabilidad de supervivencia.

Objetivo General

- Determinar el efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas.

Objetivos Específicos

- Evaluar sobrevivencia (establecimiento) de arbustos forrajeros con y sin nodriza en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar crecimiento de arbustos forrajeros con y sin nodriza en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar cobertura área de arbustos forrajeros con y sin nodriza en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar fitomasa de arbustos forrajeros con y sin nodriza al final del año.

Hipótesis

Ho. Al evaluar el establecimiento de los arbustos forrajeros con nodriza, tendrán el mismo número de plantas comparado con el testigo.

Ho. El evaluar el crecimiento de los arbustos forrajeros con nodriza, será el mismo comparado con el testigo.

Ho. Al evaluar la cobertura aérea de cada especie arbustiva forrajera con nodriza, será la misma comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar la fitomasa aérea total de cada especie arbustiva forrajera con nodriza, será la misma comparada con el testigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción del Deterioro de las Zonas Desérticas de México.

Las zonas áridas y semiáridas de México ocupan entre el 50 por ciento y 60 por ciento de la superficie total del país (Challenger, 1998). Estas regiones de baja precipitación pluvial anual son referidas usualmente como áridas, si su precipitación media anual es inferior a 250 mm y como semiáridas si la lluvia media fluctúa entre 250 y 450 mm (Novel, 1998).

Los estudios más recientes sobre el estado de los suelos mexicanos muestran que 64 por ciento de los suelos del país presentan problemas de degradación en diferentes niveles –que van de ligera a extrema- ; mientras que el 13 por ciento son terrenos desérticos, rocosos, zonas abandonadas o improductivas y; tan sólo 23 por ciento del territorio nacional cuenta con suelos que mantienen actividades productivas sustentables o sin degradación aparente (CONAFOR, 2004).

Rubio (2005) menciona que el principal y casi único condicionante de las zonas áridas es la escasez de precipitaciones pues no son limitantes la orografía, el suelo y la vegetación siempre que se utilicen plantas adaptadas al medio. En el caso del suelo, puntualmente pueden aparecer problemas de sales, rocas etc., igual que en suelos de zonas húmedas y que podrán ser limitantes para el establecimiento de una vegetación pero no así como espacios con un valor paisajístico a resaltar mediante elementos naturales del entorno. Por lo tanto, el factor principal que define una zona árida son las precipitaciones pluviales generalmente menores de 300 mm anuales distribuidas de una forma irregular al cabo del año (a veces de forma torrencial).

Se ha identificado que la mayor degradación de los suelos del país se debe a la deforestación asociada a cambios de uso del suelo (hacia actividades agropecuarias principalmente), lo que representa un 51.3 por ciento. Cabe destacar que durante los 16 años anteriores a 1995, en México se perdieron

más de 11 millones de hectáreas de vegetación natural. Aproximadamente la mitad de las zonas deforestadas o que cambian de uso, se dedican a la actividad ganadera bajo condiciones de sobrepastoreo, lo cual alcanza un 25 por ciento de la superficie del país (SEMARNAT, 2002).

Según Machlis (1993), existen tres formas básicas de restaurar un área degradada:

- **Recuperarla:** volviendo cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas
- **Rehabilitarla:** Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área y,
- **Restaurarla:** Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

El hombre está transformando la tierra a una escala cada vez mayor, gastando sus recursos naturales con un poderío tecnológico enorme. Lo que sucede en cualquier rincón del planeta concierne a cada habitante, a las poblaciones completas. Aunque desgraciadamente muy tarde la deterioración ambiental y su amenaza a la supervivencia humana y al estándar de vida, han llegado a ser temas de importancia primordial (Curry, 1974).

Desde hace bastantes décadas, los ecólogos y los conservacionistas han estado insistiendo en los peligros ambientales graves debidos al mal uso humano de los recursos naturales, pero pocas personas han escuchado o entendido. Para salvar a la humanidad de la catástrofe hay que organizar una estrategia ecológica para tratar los problemas ambientales desde la raíz y en una forma en que todo el mundo comprenda. Tiene que ser necesariamente una responsabilidad internacional formular una política y planear una estrategia para llevar acabo una acción ecológica a escala global. Además, hay que educar a toda la gente para que comprenda por qué a la larga una estrategia con fundamentos ecológicos restaurará el ambiente de nuestro mundo y la confianza en el futuro en la mente humana (Curry, 1974).

Las plantas que emergen tienen la desventaja al secarse rápidamente en la superficie del suelo y la planta deberá competir con malezas por agua del

suelo, nutrientes y espacio (Hauser, 1983). Para resolver este problema se produce la planta en el invernadero y después se trasplanta manualmente y se le ayuda a la planta proporcionándole agua durante los primeros días de trasplante. Los trasplantes se usan para restaurar especies nativas, áreas de pastizales inaccesibles, áreas disturbadas por minería o sobrepastoreo, en orillas de caminos, con fines ornamentales, áreas de recreación, para acumular mantillo orgánico, revitalizar el ciclo de nutrientes, estabilizar suelos erosionados, incrementar la producción de forraje y proveer hábitat para la fauna silvestre (Shaw y Mosnen, 1983).

López y Simón (2008) mencionan que la revegetación es una práctica ecológico-forestal, que consiste en devolver el equilibrio o restaurar la cubierta vegetal de una zona donde estas formaciones vegetales están degradadas o alteradas, en todos o alguno de los componentes. Para la realización correcta de una revegetación, es necesario realizar una serie de pasos previos: empezando por una revisión histórica (herbarios y bibliografía) y un inventario de las series y especies de la zona objeto del trabajo, además de considerar otros aspectos tales como: una clasificación botánica correcta de la especie o especies objeto del trabajo, las características edafológicas del área de plantación, la climatología de la región, las series de vegetación con las que se relacionan las especies implicadas, su distribución general, su ecología, fenología y épocas de plantación, la potencialidad y áreas de introducción de las distintas especies y los factores bióticos asociados.

La revegetación de zonas degradadas se puede definir como la acción de devolver un espacio a un cierto valor ornamental de acuerdo con el medio natural que lo rodea, mediante la intervención humana (Rubio, 2005).

La erosión implica la eliminación de suelo superficial por acción del viento (erosión eólica) o de la lluvia (erosión hídrica). La pérdida de materia orgánica y de nutrientes va acompañada generalmente de cambios en la estructura física del suelo, que pueden ser graves como la formación de cárcavas. Los suelos limosos, los vertisoles y los suelos con menos del dos por ciento de materia orgánica son muy susceptibles de sufrir erosión. En los casos leves, la

aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos pueden recuperar parcialmente la fertilidad del suelo; pero en casos severos el rendimiento de los cultivos difícilmente igualará al de un suelo intacto por más insumos que se apliquen (Ferreri y Wall, 2004)

Los árboles son eficaces en el control de la erosión ya que la copa y la hojarasca reducen la erodabilidad por impacto de las gotas de lluvia. Se han usado árboles para consolidar los márgenes y las cabeceras de las cárcavas (Ferreri y Wall, 2004).

Importancia de las Plantas Nodrizas

El término “dinámica de fase de anidamiento” se refiere a la situación en que un individuo de una especie de planta se establece en un sitio abierto y facilita el establecimiento de otras especies de plantas dentro de su área de influencia. La especie inicial, denominada comúnmente planta “nodriza”, no es por lo regular tolerante a la sombra y es incapaz de establecerse bajo el dosel de otra planta de la misma especie. Además, las plantas “nodriza” pueden tener una forma de crecimiento amacollada (tallos múltiples) que les permite atrapar materiales orgánicos y suelos finos en sus bases o ser capaces de fijar nitrógeno. En cualquier caso, crean manchones ricos en nutrimentos bajo sus doseles. Las especies tardías son más tolerantes a la sombra, pueden requerir mayores niveles de nutrimentos del suelo y con el tiempo, pueden reemplazar la especie original que dio origen al agrupamiento (Yeaton, 1978; 1990, Yeaton y Esler, 1990).

García y Monroy (2005) señalan que una especie vegetal no puede crecer en cualquier sitio aún cuando su distribución sea cosmopolita, pues todas las plantas tienen una plasticidad fenotípica y fisiológica determinada que les permite desarrollarse y crecer sólo en espacios físicos que presenten un conjunto de condiciones particulares. Este espacio y sus condiciones están sujetos a cambios, ya que durante el desarrollo vegetal la planta interactúa de manera creciente en la configuración subterránea y aérea del microambiente que le rodea. Este espacio es único para cada individuo, sin embargo, tiene

características comunes con los espacios donde se desarrollan otras plantas de la misma especie. Si se unen las características físicas del microambiente de una planta (microhábitat) con las condiciones funcionales de este sitio particular (radiación fotosintéticamente activa, flujo evapotranspiracional, presión de herbivoría, frecuencia e intensidad del viento, potencial hídrico edáfico, etc.), se obtiene un micrositio de desarrollo de esa planta. El micrositio queda entonces definido como, el ambiente tanto aéreo como subterráneo que rodea a una planta, a partir de su germinación, que permite la supervivencia y desarrollo al proporcionarle los requerimientos suficientes y necesarios para realizar al menos un evento reproductivo exitoso durante su ciclo de vida.

Los micrositios no se encuentran aislados en la naturaleza, ni son estáticos, por el contrario, interactúan, cambian y también pueden traslaparse o combinarse entre sí; así mismo, la cantidad de factores que puede incluir el micrositio lo convierte en una condición compleja. Para caracterizar una condición de micrositio es conveniente detectar los factores ambientales limitantes, ya que son los ejes rectores de la organización de los procesos biológicos y ecológicos de la comunidad. Los micrositios ocurren en forma natural en las comunidades y están conformados por elementos del paisaje físico a nivel de la microtopografía, como rocas, depresiones o bordos, así como por las plantas de los estratos vegetales diferentes, actuando en conjunto o como individuos (García y Monroy, 2005).

En términos generales, se reconoce que los árboles y los arbustos modifican el microambiente debajo de su copa, facilitando el establecimiento de especies, tanto anuales como perennes. A este tipo de interacción se le conoce comúnmente como nodricismo (Godínez *et al.*, 2003).

Las plantas nodriza modifican los factores que tienen impacto en el balance hídrico de los organismos y en la disponibilidad del agua en el suelo, ya que alejadas de su copa, las plántulas están sometidas a condiciones extremas de temperatura y radiación (Méndez *et al.*, 2006).

Las plantas nodriza proporcionan protección contra la radiación y la pérdida excesiva de agua, disminuye la temperatura del suelo, brindan protección a semillas y plántulas contra la depreciación y contra posibles daños mecánicos (Valiente y Ezcurra, 1991). También se ha propuesto que el incremento en la concentración de nitrógeno del suelo, bajo el dosel de las plantas nodriza, facilitaría el establecimiento de plántulas (Méndez *et al.*, 2006).

Se define como “sitio seguro” como la condición climática local ocasionado por la modificación de las condiciones del clima, por las diferencias regionales en temperatura, humedad y otros como diferencias horizontales y verticales locales (SSSA,1970).

García (1987) encontró que usando *Flourenicia cernua* de tocón (nodriza) más ramas, presentó los porcentajes más altos de sobrevivencia de plántulas de *Bouteloua curtipendula* (49 a 67 %) que los demás tratamientos. Rubio (1997) encontró mayor materia orgánica, nitrógeno, fósforo, conductividad eléctrica en suelos de islas de fertilidad a profundidad de 0-10 cm respecto al área adyacente.

Las especies vegetales capaces de adaptarse a suelos degradados deben tener una demanda baja de nutrientes y permitir un reciclado externo eficiente de los mismos a través de la descomposición de hojarasca y de raíces muertas. En la rehabilitación de suelos degradados se han recomendado proyectos de reforestación y sistemas agroforestales. Sin embargo, es común el fracaso de estas plantaciones debido a la baja disponibilidad de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) y a las condiciones físicas deficientes de los suelos (Ferrerri y Wall, 2004).

Importancia de los Arbustos

Un arbusto es una planta cuyos tallos tienen consistencia leñosa, una altura inferior a los cuatro metros y que generalmente se ramifica desde el nivel del suelo (Camacho, 2001).

Los arbustos se utilizan para la rehabilitación y el control de la erosión, ya que estos han evolucionado en ambientes donde las condiciones climáticas adversas son frecuentemente una regla, además de que parecen adaptarse a las variaciones y fluctuaciones a las condiciones de la humedad en el suelo (Flores, 2002).

Además de regular el ciclo hidrológico, los árboles y arbustos liberan oxígeno al ambiente, proporcionan hábitat y alimento a la fauna silvestre, protegen al suelo de la erosión y favorecen su fertilidad ya sea por medio de los compuestos nitrogenados que se forma en las raíces de muchas especies o bien por la descomposición que sufren ramas, hojas, flores y frutos, lo que forman el mantillo orgánico que más tarde se convierte en suelo vegetal rico (Niembro, 1986).

Los arbustos reducen el embate del viento y la desecación, según el caso sobre las especies plantadas. Mediante su sombra también reducen en varios grados centígrados las temperaturas altas y abaten la deshidratación del arbolito. Por ejemplo, Myers (1992) señala que en el sureste de Estados Unidos, la sombra de los arbustos protege a las plántulas de *Pinus palustris* ante temperaturas altas en el suelo y condiciones desecantes. Las temperaturas extremas pueden ser de 11 a 17 °C menos bajo la copa de arbustos que en áreas expuestas (Cleary *et al.*, 1982).

En algunos casos, como el descubierto por Richards y Caldwell (1987), en *Artemisia tridentata* se halló que el sistema radical profundo de estos arbustos absorbe humedad de los mantos freáticos en zonas con limitaciones de humedad y durante la noche libera una parte de la misma en capas superficiales del suelo, representando una mayor disponibilidad para las plantas cercanas al arbusto. Este fenómeno se puede aprovechar en programas de reforestación, plantando esta especie en sus áreas de distribución y así favoreciendo indirectamente al establecimiento de otras plantas, o empleándola como especie nodriza de otras especies leñosas a plantas propias de la zona.

De acuerdo a los resultados de Pérez (1990) debajo del dosel de *Larrea* se alcanzó una buena condición de humedad con baja o moderada radiación solar para ofrecer las condiciones óptimas en el crecimiento de *Atriplex canescens*.

Flores (2002) menciona que *Atriplex canescens* tiene importancia en la transformación de ecosistemas, ya que a partir de sus elementos disclimax puede conducirse al proceso de su mejoramiento con etapas de mayor utilización.

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México, en la época de sequía, el uso generalizado del nopal como sustituto de forraje es una de las causas por las que su explotación comercial se requiere. Por sus características de adaptación se puede cultivar con éxito, teniendo cuidado con la selección de las especies a plantar, con la estructura de captación de agua superficial, así como con el establecimiento de medidas de protección y explotación racional de los nopales existentes y el establecimiento de nuevas plantaciones, con el objetivo de evitar la erosión y recuperar tierras erosionadas o el aprovechamiento de aquellas áreas que por lo accidentado de la topografía no se pueden utilizar con cultivos tradicionales (Borrego y Burgos, 1986).

El chamizo o costilla de vaca se conoce desde hace algunos años como un arbusto que puede servir como un medio para reforestar zonas dañadas por la erosión y es la predilección de algunas especies de rumiantes, entre ellos el ganado caprino. No obstante, los estudios sobre su calidad nutricia y producción animal son escasos en México (Romero *et al.*, 2003).

Los arbustos o árboles sirven como barreras rompevientos, por ello Velasco (1991) menciona que la implementación de estas barreras son una opción para evitar en parte la erosión eólica; para ello, la barrera puede ser construida por una o varias líneas de árboles o arbustos de tal manera que ésta sea lo suficientemente alta y densa. Algunas de las especies de arbustos utilizadas para este fin, son: costilla de vaca, hojasén, gobernadora, sotol, nopal, garambullo, cholla, coyonoxtle, etc.

Descripción de las Especies Utilizadas.

Gobernadora

Familia: Zygophyllaceae

Nombre científico: *Larrea tridentata* (D.C) Cov.

Nombre común: gobernadora, hediondilla.

Longevidad: perenne

Origen: nativa

Caracteres vegetativos

Raiz: leñosa, con eje central engrosado.

Forma de crecimiento: arbusto leñoso erecto de 3 m de altura, tronco no bien definido, numerosas ramas apresado-pubescentes.

Hojas: pinnadas-bifoliadas, enteras, divaricadas, oblicuamente lanceoladas o falcadas fusionadas en la base, resinosas, de 0.5-1.0 cm de longitud; estípulas acuminadas, glandular-pubescentes.

Caracteres florales y reproductivos

Inflorescencia: flores solitarias

Flores: sepalos 5, apresado-pubescentes, de 3.0-4.5 mm de longitud por 5-8 mm de ancho; pétalos 5, amarillos oblongos u oblanceolados, de 7-11 mm de longitud por 2.5-5.5 mm de ancho; estambres 10, de 5-9 mm de longitud; gineceo de 3 carpelos unidos, ovario súpero con 3 lóculos y cada lóculo con una semilla.

Fruto: cápsula esférica, densamente cubierta de pelos rojos o blancos.

Semillas: con un entorno triangular café, la sección transversal de las mismas es elíptica u obovada.

Hábitat: Es un arbusto dominante del Desierto Chihuahuense (diploide), Sonorense (tetraploide) y desierto de Mojave (hexaploide) de Norteamérica.

Importancia ecológica: De 6 a 13 especies de mamíferos conviven en las comunidades de *Larrea* en los desiertos norteamericanos. Ha aumentado por

sobrepastoreo con cabras y ovinos, a causa de las sequías periódicas y cambios subsecuentes en los pastizales.

Importancia Industrial: *Larrea* es una fuente notable de productos naturales, con aproximadamente el 50 por ciento de peso seco de las hojas como producto extractable. De los cientos de compuestos conocidos, más de 125 han sido caracterizados estructuralmente. Se ha establecido la estructura de 67 constituyentes, siendo el 90 por ciento aceites volátiles y 19 flavonoides glicósidos como ésteres; lignanos, incluyendo terpenos. Actúa como antioxidante, tiene su mayor uso potencial en la fabricación de productos farmacéuticos, lubricantes y hule; así mismo, tiene propiedades antimicrobiales, lo cual evita la pudrición de las fibras.

Importancia forrajera: las ramas y las hojas contienen grandes cantidades de proteína y otros nutrimentos, lo cual indica que toda la planta podría servir de forraje para el ganado. Es indispensable en muchos sitios de pastizal.

Distribución: en México: Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (González y Rodríguez, 2000).

Costilla de vaca

Familia Chenopodaceae

Nombre científico: *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.

Nombre común: costilla de vaca, chamizo, cuatro alas, arbusto salado, saladiso, saladillo, saladilla

Longevidad: perenne

Origen: nativa

Caracteres vegetativos

Raíz: abundantemente ramificada y profunda

Forma de crecimiento: hierba o arbusto dioico, perenne, de 40 cm a 2.5 m de altura, leñoso, laxo o densamente ramificado, tallos erectos, poco robustos,

áspero- grisáceos; muy variable en tamaño, forma de hojas y forma y tamaño de brácteas del fruto.

Hojas: simples, alternas o en fascículos, de 1-5 cm de longitud, sésiles o cercanamente así, linear-espátuladas a estrechamente oblongas, curvadas hacia la base, usualmente obtusas hacia el ápice, enteras, poco engrosadas, a veces ligeramente enrolladas o dobladas por la nervadura media hacia el haz.

Caracteres florales y reproductivos

Inflorescencia: flores masculinas y femeninas en plantas separadas, rara vez en la misma planta, ambas arregladas en panícula.

Inflorescencia masculina: glomérulos arreglados en espigas y estas, a su vez, en panículas terminales.

Inflorescencia femenina: en espigas axilares cortas, reunidas a su vez en panículas terminales.

Flores: unisexuales

Flores masculinas: perigonio pentalobulado, lóbulos ovados (menores de 1mm de largo y ancho), obtusos, verdes, pubescentes en la cara externa; estambres cinco, opuestos a las divisiones del perigonio soldados a su base.

Flores femeninas: sostenidas por dos brácteas (1.6 mm de ancho cada una), perigonio ausente; ovario súpero subgloboso, estilo corto, estigma con dos ramas.

Fruto: utrículos encerrados en un par de brácteas bialadas (8-10mm de longitud), laceradas, enteras u onduladas de ápice entero o bífido, sésiles o cortamente pedicelados; el par de brácteas dan la apariencia de 4 alas o utrículos tetra-alados.

Semillas: morenas, de 1.5- 2.5 mm de ancho.

Período de floración: mayo a septiembre.

Hábitat: Praderas, faldas de colinas, desiertos, llanuras salinas o alcalinas.

Común en tipos diferentes de suelos.

Importancia forrajera: concentraciones altas de este forraje purgan al ganado, inmunerables reportes de toxicidad en cabras. Buen forraje para ganado bovino, ovino, cabras, venados; especialmente en invierno, los frutos son buen

alimento para la fauna silvestre. Este es el arbusto forrajero de mayor importancia para el desarrollo de la ganadería de las zonas áridas de México.

Importancia ecológica: En algunos lugares se ha utilizado con éxito para el control de la erosión de suelos salinos (González y Rodríguez, 2000).

Distribución en México: Baja California (Ensenada); Baja California Sur (Mulejé, La Paz, Todo Santos); Coahuila (Ocampo, Sierra Mojada, Viesca, Parras, Gral. Cepeda, Saltillo); Chihuahua (Juárez, Villa Ahumada, Chihuahua, Camargo, Jiménez); Durango (Mapimí, Gómez Palacio, Cuencamé, San Juan de Guadalupe), México (Texcoco); Nuevo León (Galeana, Doctor Arroyo); San Luis Potosí (San Luis Potosí, Cedral, Matehuala, Guadalcazar, Rio Verde, Ciudad del Maíz); Sonora (Sonoíta, Caborca, Altar, Pitiquito, Hermosillo); Tamaulipas (Nueva Ciudad Guerrero, San Fernando, Miquihuana, Tula); Yucatán (Tizimín); Zacatecas (Concepción del Oro, Mazapil) (González y Rodríguez, 2000).

Mezquite

Familia: Leguminosae

Nombre científico: *Prosopis glandulosa* Torr.

Nombre común: mezquite, marino, mezquite glandular.

Longevidad: perenne

Origen: nativa

Caracteres vegetativos

Raíz: típica con abundantes ramas, robusta y profunda.

Forma de crecimiento: arbusto o árbol de hasta 6 m de altura; tronco único o múltiple, ramas abundantes, copa cilíndrica; ramificación a menudo en zig-zag; ramas de color café-rojizo a café-pardo; con 1-2 espinas estipuladas de hasta 5 cm de largo, rectas y firmes.

Hojas: siempre bipinnadas, de 6-15 cm de largo, generalmente con un par de pinnas, ápice agudo, márgenes completos, sésil o casi sésil.

Caracteres florales y reproductivos.

Inflorescencia: espigas de 7-9 cm de largo, axilares.

Flores: perfectas, regulares; tubo del cáliz campanulado de 1 mm de largo, pubescente, 5 lóbulos triangulares de 0.3-0.4 mm de largo; corola de amarillo-verdosa a amarillo-crema, 5 pétalos de 3 mm de largo; pubescencia interna; pedicelo glandular de 0.5 mm de largo; 10 estambres, libres, cortos, anteras con una pequeña glándula decidua, ovario sésil, muy ovalado, el estilo filiforme.

Fruto: vainas en racimos de 2-3, lineares de 10-20 cm de largo y 1 cm de ancho, casi rectas, ligeramente juntas entre si, dehiscentes.

Semillas: de 8 mm de largo por 5-7 mm de ancho, superficie rugosa color paja, con una parte central cóncava en ambas superficies, fuertemente adherida a la pared de la vaina.

Período de floración: en primavera tardía y casi en verano.

Hábitat: Abundante en terrenos planos con suelo arenoso y presencia de grava, con mucha frecuencia en pastizales sobrepastoreados.

Importancia comestible: sus vainas son consumidas por el hombre, ganado y fauna silvestre; sus hojas son menos consumidas.

Importancia forrajera: se utiliza como leña para la elaboración de carbón y como poste en cercos ganaderos. Se recomienda para revegetar y/o reforestar las zonas áridas y semiáridas de México.

Distribución en México, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (González y Rodríguez, 2000).

Nopal rastrero

Familia: Cactaceae

Nombre científico: *Opuntia rastrera*

Caracteres vegetativos

Raíces fibrosas, el fruto es una baya carnosa, más o menos esférico u ovoide de desnudo a espinoso, semillas con testa dura de color café, reproducción asexual por medio de pencas (García, 2003).

Hábitat: precipitación media anual de 150 mm, con temperatura de entre 18 °C a 26 °C, requiere suelos arenos-calcáreos, poco profundos y pedregosos con una altitud de 1000 – 2500 msnm (García, 2003).

Distribución: Marroquin *et al.* (1964) reportan al nopal rastrero en lo que consideran como zona difusa (22° a 23° latitud Norte y 98° a 104° longitud Oeste). Así mismo, establecen la localización del nopal forrajero, considerando a partir de San Luís Potosí y Zacatecas hacia el norte, presentándose en Coahuila y Nuevo León la mayor concentración.

Importancia: la creciente importancia del nopal en zonas áridas es atribuible a su capacidad de:

- Ser más eficiente que los zacates o leguminosas en la conversión de agua a materia seca, basada en su mecanismo fotosintético especializado.
- Permanecer suculento durante la sequía
- Producir forraje, fruta y otros productos útiles y,
- Prevenir la degradación de largo plazo de ambientes ecológicamente susceptibles (Russell y Felker, 1987).

Magüey manso

Familia: Agavaceae.

Nombre científico: *Agave atrovirens* Karw

Nombre común: magüey manso, magüey pulquero, magüey cenizo.

Origen: nativo de México

Caracteres vegetativos.

Arbusto de hasta 3 metros de altura. Hojas: perennifolias, son grandes y gruesas cerca de la base, distribuyéndose muy juntas en torno del tallo formando una roseta. Inflorescencia una panícula de hasta 12 metros de altura. Frutos: una cápsula delgada prismática se presenta cuando tiene de 12 a 20 años, dependiendo la zona.

Hábitat: tolerantes a temperaturas muy bajas, vive en un medio semidesértico, con escasas lluvias. Llega a su madurez entre los ocho y los doce años y florece sólo una vez, muriendo al poco tiempo (Gutiérrez, 2000).

Distribución en México: bosque de *Pinus* – *Quercus*, matorral rosetófilo, matorral xerófilo, se le puede encontrar en Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Puebla, San Luís Potosí, Oaxaca, Guanajuato, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Zacatecas (Abundis, 2007).

Importancia: es el que produce principalmente aguamiel, pulque y se utiliza para reforestar áreas degradadas.

Maguey salmiana

Familia: Agavaceae.

Nombre científico: *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck

Nombre común: maguey salmiana, agave feroz.

El origen exacto de esta variedad es desconocido.

Caracteres vegetativos

En condiciones de cultivo alcanza la edad reproductiva alrededor de los ocho años. Es una especie robusta, monocotiledónea, mediana a grande, presenta un tallo pequeño a grueso, con raíz fibrosa revestida de escamas, en general forma rosetas macizas de 1.5-2 metros de alto y con el doble de ancho, son carnosas y macizas, verdes o grisáceas, profundamente convexas en la base, cóncavas hacia arriba, con espinas terminal punzante de aproximadamente 5 a 8.5 cm de largo y con abundantes espinas marginales.

La inflorescencia es una panícula, robusta de 6 a 8 metros de altura, con 15 a 24 pedúnculos laterales; el escapo floral con brácteas carnosas y succulentas.

Las flores son hermafroditas.

El fruto es una cápsula oblonga, con seis casillas longitudinales y tres lóbulos.

Las semillas son negras triangulares con el embrión recto y el endospermo carnosos.

El período de floración ocurre desde el final de la época seca hasta el comienzo de la época lluviosa, a partir del mes de mayo hasta julio (Cortés y Basurto, 2005).

Importancia: Es una de las especies que más se utilizan en la producción de pulque en México.

Maguey áspero

Familia: Agavaceae.

Nombre científico: *Agave scabra* (uh-GAH-vee SKAB-rah)

Nombre común: maguey áspero, maguey cenizo,

El origen exacto de esta variedad es desconocido

Distribución: sur de Texas, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luís Potosí.

Hábitat: distribuido en matorrales áridos hasta bosque de pino piñonero; también se observa en valles, pie de monte y laderas de suelo arenoso y calizo.

Caracteres vegetativos: planta acaulescente, con raíces fibrosas, hojas (denominadas pencas) ásperas, largas, duras y carnosas; arregladas en una roseta de 40 - 50 cm de ancho y de 50 - 80 cm de alto. Las hojas de 15 - 17 cm de ancho y 40 -70 cm de longitud; inflorescencia una panícula de tres a cinco metros de altura con 12 umbelas largas. Fruto una cápsula delgada prismática (Gentry, 1982).

Importancia: López (1986) menciona que por su utilización, el maguey se puede dividir en cuatro grande grupos: a) productores de aguamiel y derivados,

b) productores de fibra, c) productores de alcohol o aguardiente y d) productores de forraje; además, lo consideran con un valor forrajero pobre.

Nummularia

Familia: Chenopodiaceae

Nombre científico: *Atriplex nummularia* Lindl.

Nombre común: "saltbush", "old man saltbush" (Australia), "atriplex" "tiple" (Chile) y nummularia (México).

Origen: *Atriplex nummularia* es un arbusto originario de la zona mediterránea árida y semiárida de Australia, donde crece naturalmente en Sud-Australia, Victoria y N.S. Wales.

Hábitat: sobrevive bien en suelos delgados con texturas pesadas y en suelos pobres y arenosos, aunque muestra su mejor desarrollo y productividad en suelos profundos de texturas medias. Está asociada a suelos salinos o alcalinos y a ambientes áridos de desiertos y semidesiertos (FAO, 1998).

Distribución: para México y Argentina se citan 35 especies nativas para cada país. Bolivia y Perú presentan una diversidad de 16 especies.

Camacho (2001) menciona que se ha introducido en los estados de San Luís Potosí y Coahuila.

Caracteres vegetativos.

Arbusto de 1.5 a dos metros de altura, sus tallos son erectos, leñosos y muy ramificados, corteza rasgada grisácea. Hojas alternas, pecíolos de 0.3 a 0.6 mm. Inflorescencias unisexuales ambas en la misma planta, las masculinas en espigas terminales de dos a cinco cm de largo, las femeninas en la base de las espigas masculinas. Semillas ovadas de aproximadamente 1.5 mm de largo y 1.8 mm de ancho color café claro (Correll y Johnston, 1979).

Importancia: es una de las especies más utilizadas en reforestación a gran escala en las zonas mediterráneas, con lluvias invernales y veranos largos y

secos. Se encuentra ampliamente cultivada con fines forrajeros y ornamentales en España, Jordania, Egipto, Siria, Libia, Túnez, Argelia y Marruecos.

El carbón es de muy buena calidad, presenta un rendimiento del 25 por ciento, ya que la densidad de leña es bastante elevada. El follaje presenta entre 52-67 por ciento de digestibilidad y 14 por ciento de proteína cruda.

Es un arbusto muy adecuado para la estabilización de áreas salinas, reduce el riesgo de erosión hídrica o eólica en grandes superficies, contribuye a la restauración de la fertilidad del suelo mediante el reciclaje de nutrientes, incrementa la incorporación de materia orgánica al suelo y mejora la permeabilidad (FAO, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

Ubicación

El estudio se realizó en el Rancho **La Minita**, Municipio de Saltillo Coahuila, propiedad del Ingeniero Roberto Rodríguez Valdez, ubicado a los 25° 11' 00" de latitud norte y 101° 04' 15" de latitud oeste, a una altitud de 2000 msnm. Se accede a él por la carretera federal número 54 tramo Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas; de Saltillo, 36 km al sur se localiza el Ejido Agua Nueva y de éste un kilómetro al oriente, por camino de terrecería se encuentra el Rancho La Minita (CETENAL, 1975).

Clima

El clima se clasifica como muy seco, semicálido muy extremo, con lluvias en verano y sequía corta (canícula) en la época de lluvias (BW hw` (e`)); la precipitación promedio anual es de 300 mm, la precipitación invernal varía entre cinco y 10 por ciento del total anual, la temperatura media anual es de 19.2 °C (Vargas, 1990).

Suelos

Las unidades de suelos predominantes en el Rancho La Minita de acuerdo con CETENAL (1976) son rendzina y litosol.

Vegetación

Los tipos de vegetación reportados por la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero-COTECOCA (1979) corresponden al bosque aciculifolio, pastizal mediano abierto, pastizal amacollado y el matorral inerme parvifolio, en los cuales predominan zacates como navajita azul (*Bouteloua gracilis*), navajita velluda (*B. hirsuta*), banderilla o banderita (*B. curtipundula*), popotillo azucarado (*Bothriochloa saccharoides*), tres barbas (*Asistida sp.*); así como especies características del clima árido, entre las que se encuentra el nopal cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*), lechugilla (*Agave lechugilla*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), sotol (*Dasyilirion palmeri*), guapilla (*Agave striata*) y cortadillo (*Nolina cespitifera*).

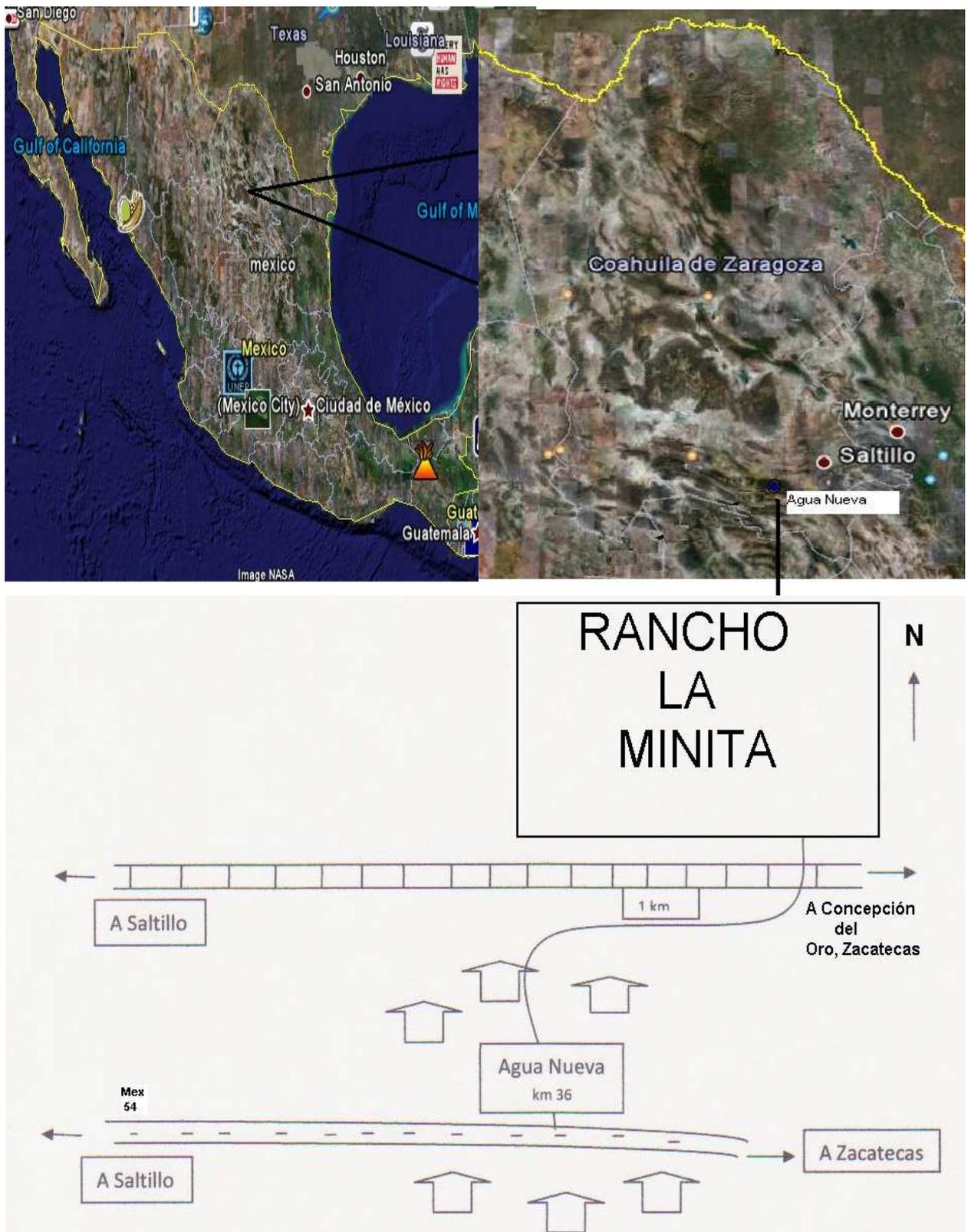


Figura 1. Localización geográfica del rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Fauna

La fauna silvestre presente en la región se encuentran conejos, liebres, lagartijas, codorniz, palomas, coyotes, víbora de cascabel, águilas, ratas, entre otras.

Materiales

En el presente estudio se utilizó como planta nodriza la gobernadora (*Larrea tridentata*) y las siete especies arbustivas que se plantaron y evaluaron fueron: mezquite (*Prosopis glandulosa*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*) maguey manso (*Agave atrovirens*), maguey áspero (*Agave scabra*) maguey salmiana (*Agave salmiana*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*).

- Libreta
- Calculadora
- Regla
- Vernier
- Bolsas de plástico
- Balanza analítica

Nomenclatura de los Tratamientos

A los tratamientos se les asignó la nomenclatura siguiente:

To= testigo

T1= Noreste (NE)

T2= Sureste (SE)

T3= Suroeste (SO)

T4= Noroeste (NO)

A las especies se les asignó la nomenclatura siguiente:

AC= *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN= *Atriplex numularia* (numularia)

AS= *Agave scabra* (maguey áspero)

AA= *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG= *Prosopis glandulosa* (mezquite)

MS= *Agave salmiana* (maguey salmiana)

OR= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Metódica

Se determinó la especie nodriza para el establecimiento, bajo su copa, de los arbustos bajo estudio. Para ello se utilizó el Punto Central de Cuadrante, resultando ser la especie de mayor densidad la gobernadora (*Larrea tridentata*). Posterior a ello se plantaron la siete especies de arbustos que son: mezquite (*Prosopis glandulosa*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*) maguey manso (*Agave atrovirens*), maguey áspero (*Agave scabra*) maguey salmiana (*Agave salmiana*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*). Estas siete especies se establecieron en cuatro rumbos cardinales (NE, SE, SO y NO) bajo el dosel de la especie nodriza (gobernadora) en líneas de 10 individuos por especie.

Plantación

La plantación de los arbustos se realizó durante el mes de octubre de 2005.



Figura 2. Planta nodriza

Se establecieron 280 plantas en 28 líneas (10 plantas de una misma especie por línea) de las siete especies de arbustos en los cuatro rumbos cardinales, bajo el dosel de la especie nodriza. Además, se estableció el testigo el cual consistió en plantar diez arbustos de cada especie en siete líneas pero sin

considerar a la planta nodriza, lo que representó 70 plantas más. En total se plantaron 350 arbustos.

A los primeros cinco individuos en cada línea se les aplicó excremento de borrego como abono al momento de la plantación, mientras que a los cinco restantes no se les aplicó.

Durante la plantación de cada arbusto se agregó un litro de agua y se construyó cajete para la captación de agua de lluvia.

Toma de datos

La toma de datos se realizó cada estación del año o sea cada tres meses, a partir de la plantación, durante el período de un año. Las lecturas se hicieron en las fechas siguientes:

21 de enero (invierno)

4 de mayo (primavera)

4 de julio (verano)

5 de octubre (otoño)

Parámetros Evaluados

Los parámetros que se evaluaron en las siete especies de arbustos fueron: cobertura, sobrevivencia (establecimiento), crecimiento y fitomasa aérea. Los primeros tres parámetros se evaluaron cada estación del año y la fitomasa sólo una vez año, en la estación de otoño.

Sobrevivencia (establecimiento)

Se obtuvo contabilizando el número de arbustos por especie, que se mantuvieron vivos durante el período de investigación (un año).

Crecimiento

El crecimiento de los arbustos forrajeros se determinó midiendo el incremento del diámetro de los tallos, mientras que para los magueyes y el nopal se midió el incremento en la longitud de la penca (Flores, 2002), esto se realizó en los cuatro trimestre del año.

Cobertura aérea

Se determinó la cobertura aérea midiendo el diámetro mayor y el diámetro menor de cada especie establecida dentro y fuera del dosel de las especies nodriza, en los cuatro trimestres del año.

Fitomasa aérea

La fitomasa aérea se obtuvo por medio de la técnica Adelaida (Maywald *et al.*, 1998), su desarrollo consiste en estimar directamente el forraje de arbustos al cortar y sostener con la mano una porción de la planta y estimar el número de veces que esta unidad queda dentro de la planta, para después obtener el peso seco de la muestra, en los arbustos plantados dentro y fuera del dosel de las especies nodriza, este parámetro vegetal se determinó al año de establecidos los arbustos.

Diseño y Análisis Estadístico

Estadística descriptiva

Para los parámetros de cobertura, crecimiento y fitomasa aérea se utilizó una estadística descriptiva, mediante el programa estadístico NCSS 6.0 para obtener las medidas de tendencia central: media, mediana y moda, de igual forma se encontró la variabilidad: desviación estándar y coeficiente de variación (Estrada, 2006).

Estadística comparativa

Se realizaron las pruebas de comparación entre tratamientos utilizando el criterio de decisión de t – Student como una prueba de rango múltiple para conocer las significancias ($= \neq < >$) entre los tratamientos, para ello se comparó la orientación (NE, SE, SO, NO) para las variables cobertura, crecimiento y fitomasa.

Para obtener los porcentajes de establecimiento (sobrevivencia) para cada una de las especies en la última estación del año, se utilizó una estadística no paramétrica (Estrada, 2006).

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Estación de invierno, 21 de enero de 2006.

Cobertura aérea.

En el caso de la orientación, la noreste (NE) fue la que presentó mayor cobertura, 4.2 veces superior con respecto al testigo. De igual manera, se observó que la sureste (SE) fue 2.6 veces mayor que el testigo, también se encontró que la suroeste (SO) fue 4.0 veces arriba en relación con el testigo y por último se observó que la noroeste (NO) fue 2.8 mayor que el testigo.

Para las orientaciones sitios noreste (NE) y suroeste (SO) es más favorable la cobertura de acuerdo en esta época del año (Tabla A 1, Figura 3).

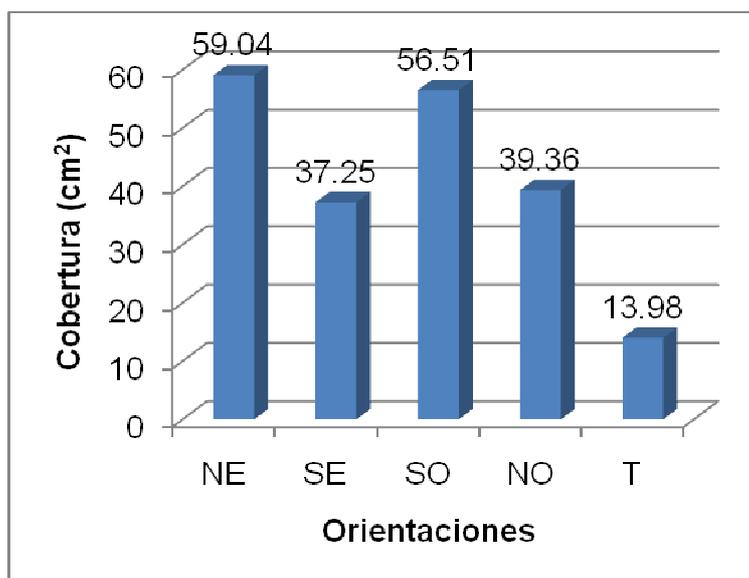


Figura 3. Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de invierno (21 de enero de 2006).

Crecimiento.

Se observó, de acuerdo a las medias, que la orientación noreste (NE) fue la que alcanzó mayor crecimiento en relación con el testigo ya que fue 1.37 veces

superior a éste; esto indica que la noreste es la orientación favorable para el establecimiento de los arbustos para esta época del año. En el caso de la sureste (SE) se observó 1.31 veces superior en proporción con el testigo; de igual forma sucedió con la orientación suroeste (SO) la cual fue 1.28 veces mayor que el testigo y por último la noroeste (NO) fue 0.98 mayor en relación con el testigo (Tabla A1, Figura 4).

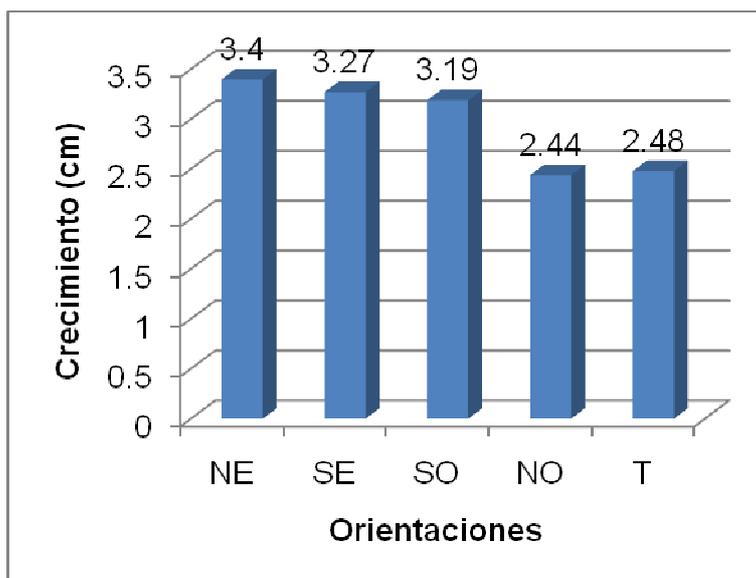


Figura 4. Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de invierno (21 de enero de 2006).

Estación de primavera, 6 de abril de 2006.

Cobertura aérea.

La orientación noroeste (NO) fue la que alcanzó mayor cobertura, 5.2 veces superior con respecto al testigo, de igual manera se observó que la noreste (NE) fue 4.5 veces mayor que el testigo; también se encontró que la sureste (SE) fue 2.7 veces arriba en relación con el testigo y por último se observó que la suroeste (SO) fue 4.1 mayor que el testigo.

Se nota que las orientaciones noroeste (NO) y la noreste (NE) favorecen a la cobertura para esta fecha en virtud del nodricismo (Tabla A 2, Figura 5).

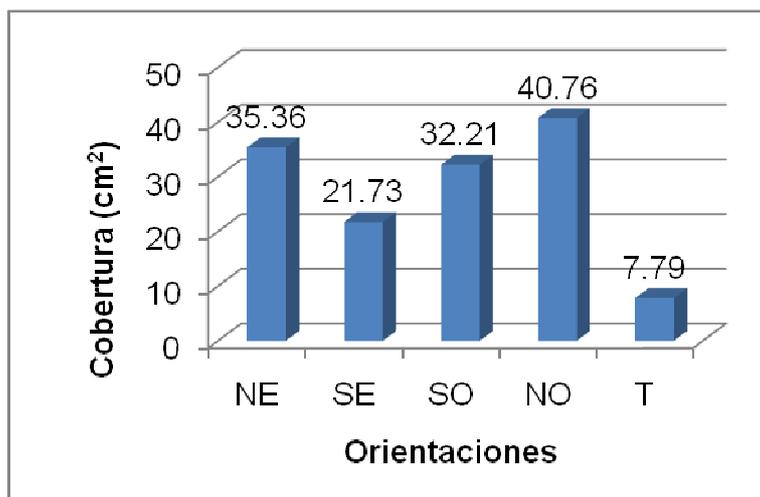


Figura 5. Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de primavera (6 de abril de 2006).

Crecimiento

De acuerdo a las medias, se observó que la orientación noreste (NE) y la sureste (SE) fueron las que alcanzaron mayor crecimiento en relación con el testigo, pues fueron 1.5 veces superiores a éste. En el caso de la suroeste (SO) se observó 1.4 veces superior comparada con el testigo y por último la noroeste (NO) fue 1.2 mayor al testigo. Esto indica que la noreste (NE) y sureste (SE) son las orientaciones favorables para el crecimiento de los arbustos para esta época del año (Tabla A 2, Figura 6).

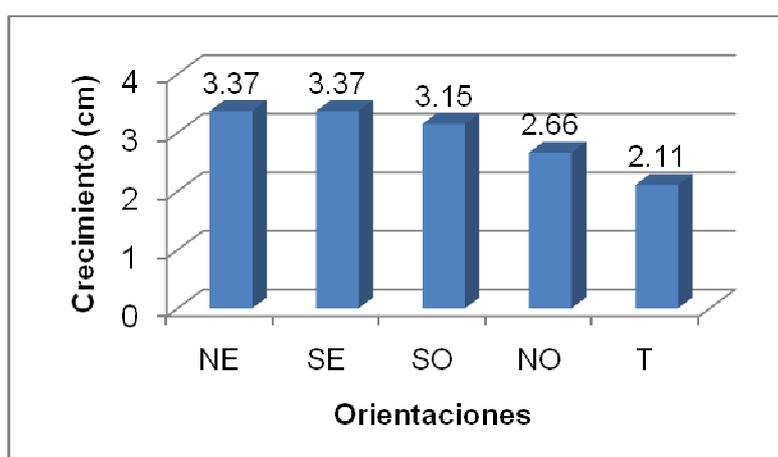


Figura 6. Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de primavera (6 de abril de 2006).

Estación de verano, 4 de julio de 2006.

Cobertura aérea

La orientación noreste (NE) fue la que alcanzó mayor cobertura, 2.2 veces superior con respecto al testigo, este resultado coincide con la de invierno, seguido por la orientación noroeste (NO) que fue 2.0 veces mayor que el testigo. También se encontró que la suroeste (SO) fue 1.8 veces arriba en relación con el testigo. Por otro lado, se observó que la sureste (SE) fue 4.5 veces menor que el testigo.

Es notorio que las dos orientaciones con mayor cobertura aérea para esta época de verano fueron la noreste (NE) y la noroeste (NO) (Tabla A 3, Figura 7).

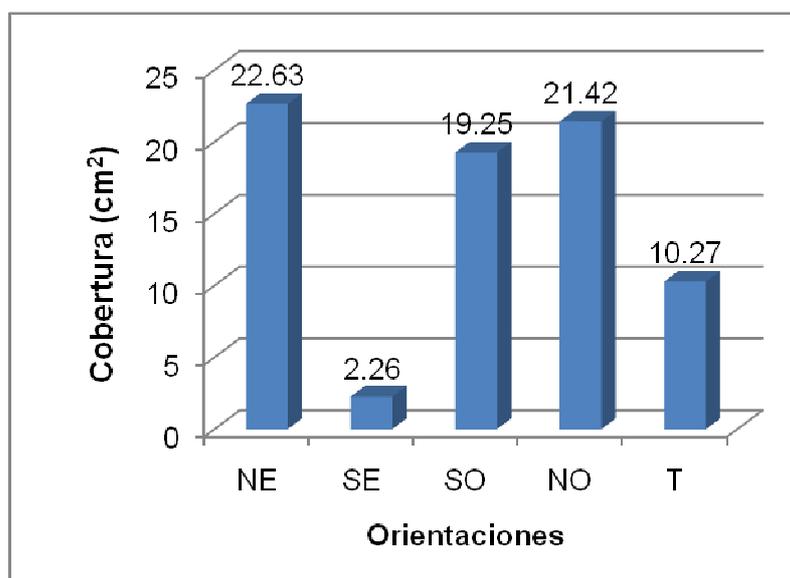


Figura 7. Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de verano (4 de julio de 2006).

Crecimiento

Se observó, de acuerdo a las medias, que la orientación noreste (NE) fue la que alcanzó mayor crecimiento en relación con el testigo pues fue 1.9 veces superior a él; en el caso de la sureste (SE) se observó que no hubo crecimiento en relación con el testigo. La orientación suroeste (SO) fue 1.8 veces mayor que el testigo y por último la noroeste (NO) fue 1.7. Esto indica que la noreste (NE) es la orientación favorable para el crecimiento de los arbustos para esta época del año (Tabla A 3, Figura 8).

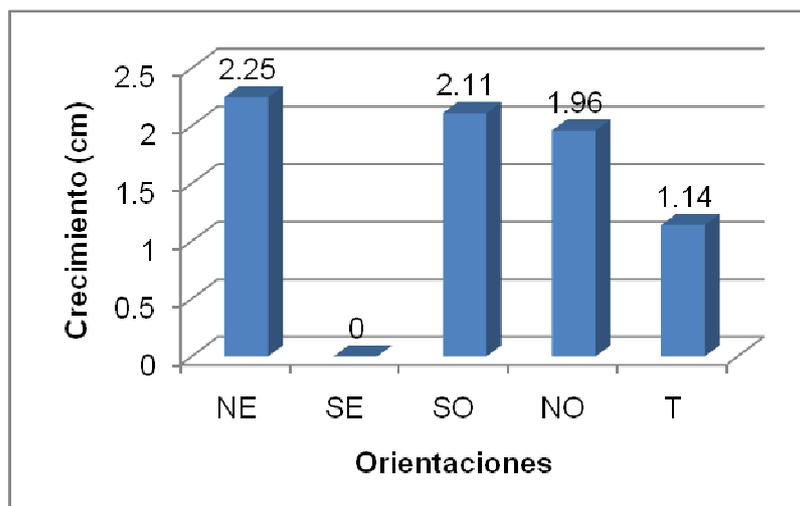


Figura 8. Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de verano (4 de julio de 2006).

Estación de otoño, 6 de octubre de 2006

Cobertura aérea

La orientación que alcanzó mayor cobertura fue la noroeste (NO), siendo 2.39 veces superior al testigo, de igual manera se observó que la noreste (NE) fue 2.11 veces es mayor que el testigo y también se encontró que la sureste (SE) fue 2.33 veces arriba en relación con el testigo y por último se observó que la suroeste (SO) fue 1.66 mayor que el testigo. De acuerdo a los datos, la mejor orientación para obtener mayor cobertura aérea de arbustos en la época de otoño es la noroeste (NO), seguida de la sureste (SE) (Tabla A 4, Figura 9).

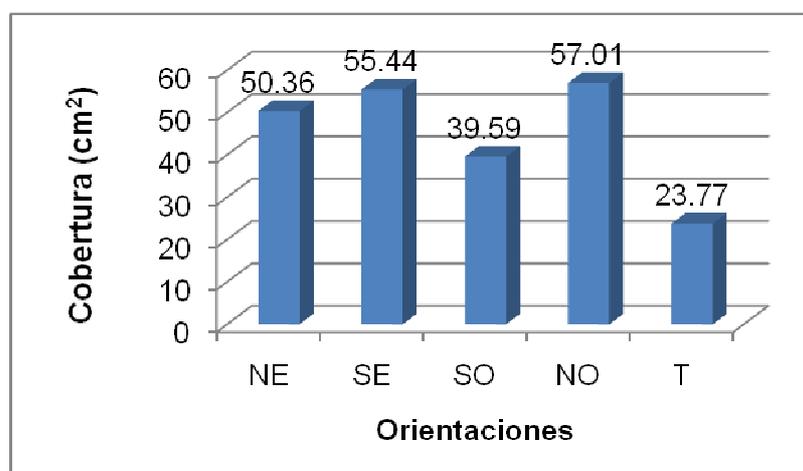


Figura 9. Comparación de medias para cobertura aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).

Crecimiento

Se observó, de acuerdo a las medias, que la orientación sureste (SE) fue la que alcanzó mayor crecimiento en relación con el testigo ya que fue 1.83 veces superior. En el caso de la noreste (NE) se observó 1.77 veces mayor que el testigo, de igual forma sucedió con la orientación suroeste (SO) la cual obtuvo 1.49 veces más que el testigo y por último la noroeste (NO) fue 1.38 mayor en relación con el testigo. Esto indica que la sureste (SE) es la orientación favorable para el crecimiento de los arbustos para esta época del año (Tabla A 4, Figura 10).

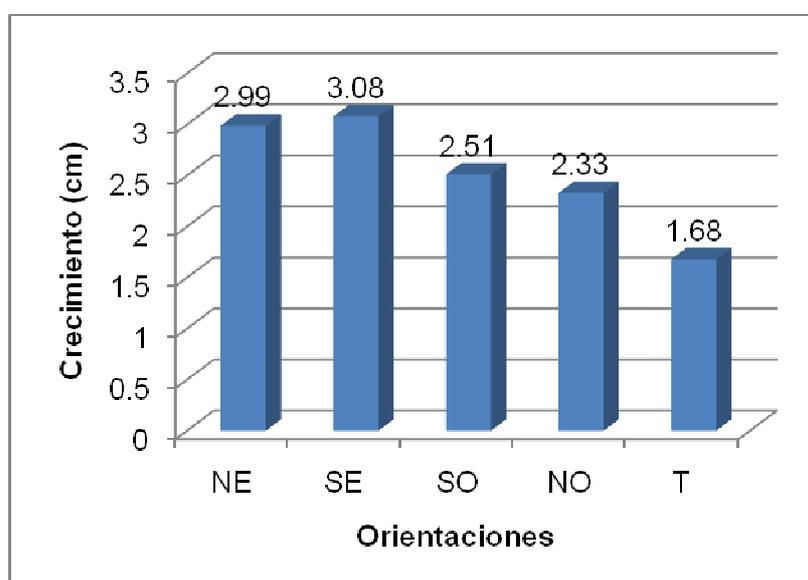


Figura 10. Comparación de medias para crecimiento en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).

Fitomasa aérea

De acuerdo a las medias, se observó que la orientación sureste (SE) fue 2.11 veces superior al testigo, la noreste (NE) alcanzó 1.98 veces más que el testigo, la suroeste (SO) fue 2.09 veces superior al testigo y por último la noroeste (NO) fue 1.85 veces mayor que testigo. Por lo tanto la mejor orientación para producir fitomasa es la sureste (SE) (Tabla A 4, Figura 11).

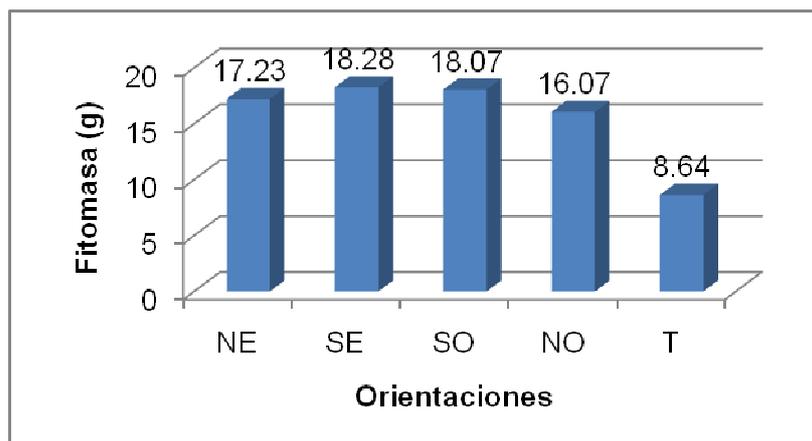


Figura 11. Comparación de medias para fitomasa aérea en los cuatro rumbos cardinales con respecto al testigo en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).

Cobertura, Crecimiento y Fitomasa por Especie para las Cuatro Estaciones del Año.

De acuerdo a la estadística descriptiva para cada especie en la estación de invierno, se observó que las especies que alcanzaron mayor cobertura en esta estación del año fueron la costilla de vaca y el mezquite y esto se debió a que llevaba poco tiempo de realizada la plantación y con el contenido alto de humedad que se presentaba, condujo a la planta a alcanzar una cobertura mayor (Figura 12, Tabla A 5).

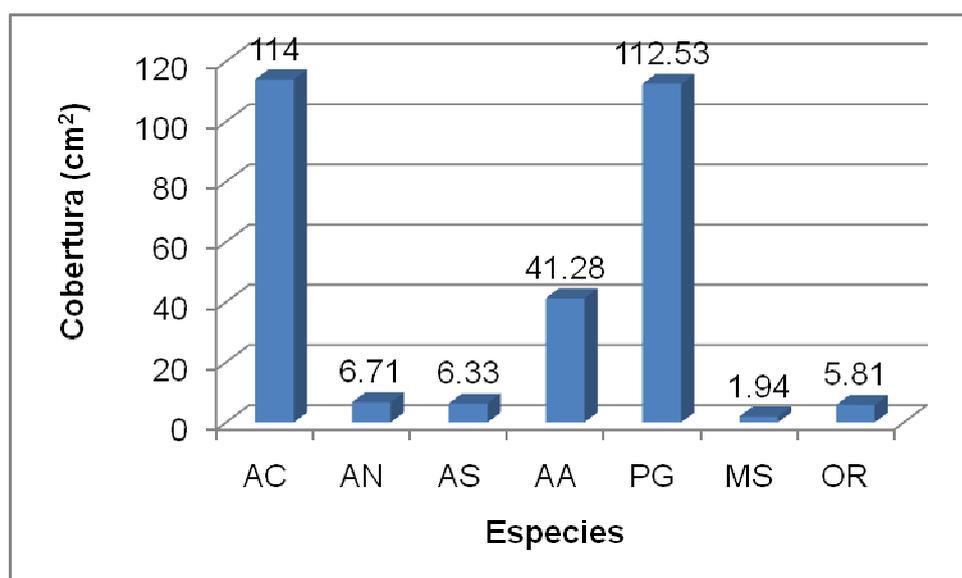


Figura 12. Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (invierno).

Para crecimiento, las especies más predominantes fueron el maguey manso y el mezquite (Figura 13, Tabla A 5).

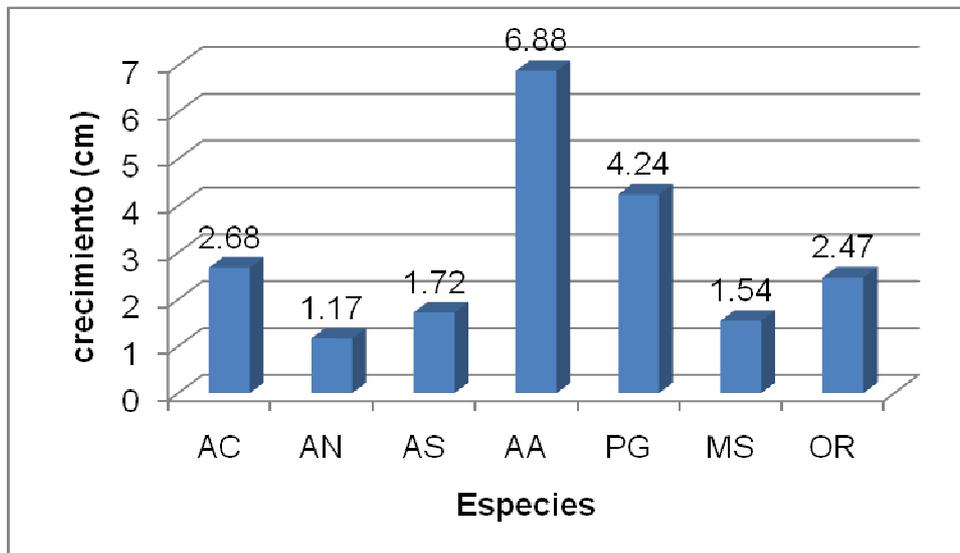


Figura 13. Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (invierno).

Para la estación de primavera, correspondiente al segundo muestreo, (Figura 14, Tabla A 6) las especies con la mayor cobertura alcanzada fueron el mezquite y la costilla de vaca.

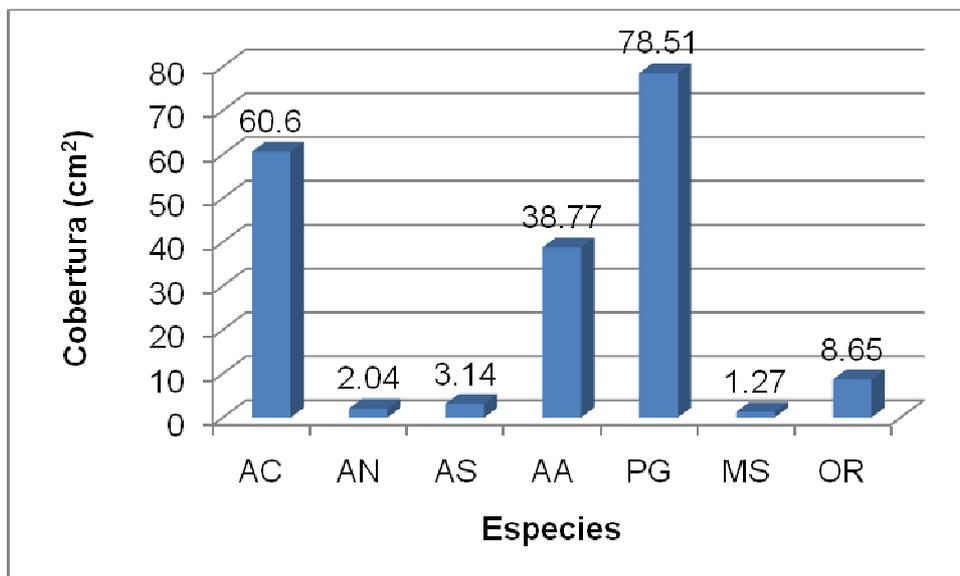


Figura 14. Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (primavera).

Las especies con mayor crecimiento fueron el maguey manso y el mezquite, esto concuerda con la época de invierno, arrojando los mismos resultados (Figura 15, Tabla A 6).

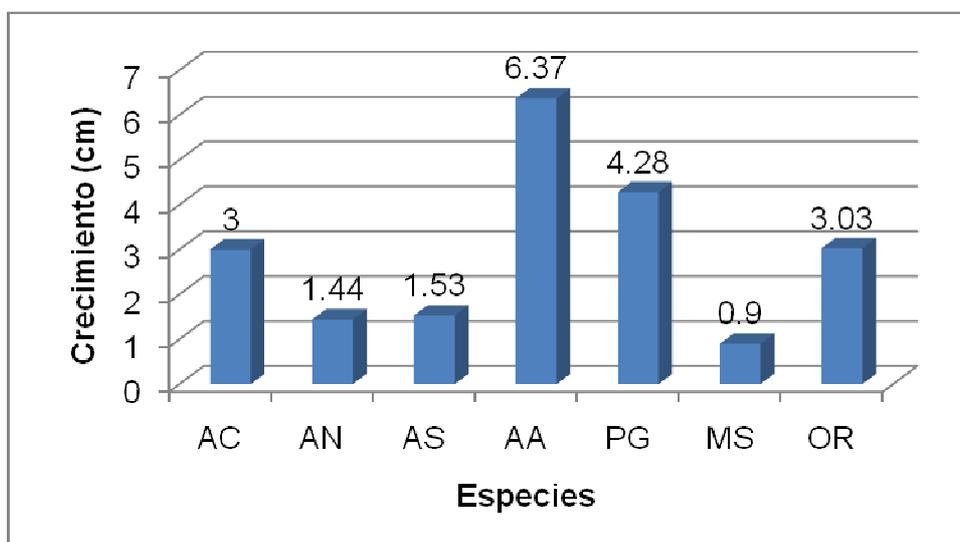


Figura 15. Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (primavera).

Como se puede observar en la Figura 16 y la Tabla A 7, para la estación de verano en el tercer trimestre del año, las especies que alcanzaron mayor cobertura en centímetros cuadrados fueron el maguey manso y el maguey áspero, ya que con las temperaturas altas que se registran por esas fechas, la costilla de vaca y el mezquite presentaron marchitez, esto los hizo perder cobertura y crecimiento, por tal razón fueron superados.

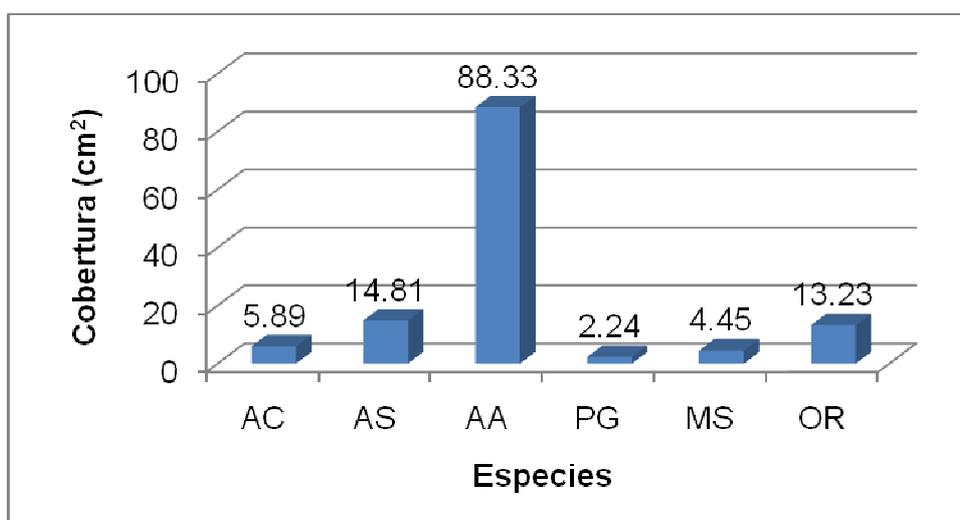


Figura 16. Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (verano).

Para la variable crecimiento, de igual manera el maguey manso y el nopal rastrero fueron los que aguantaron la sequía, por su capacidad de almacenamiento de agua (Figura 17, Tabla A 7).

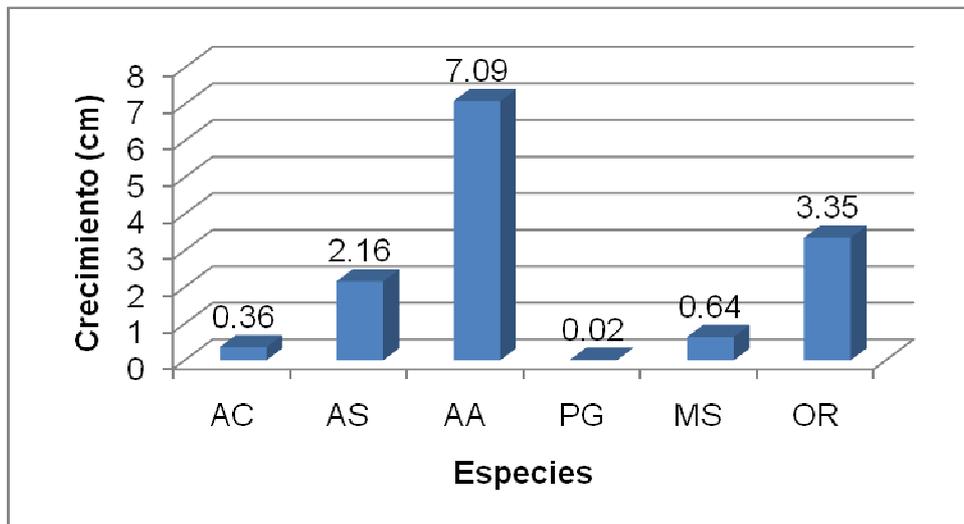


Figura 17. Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (verano).

En el último trimestre del año, que corresponde a la estación de otoño (Figura 18 y la Tabla A 8), se muestra que de las siete especies, dos de ellas que son el maguey manso y el maguey áspero, fueron las que registraron las coberturas mayores.

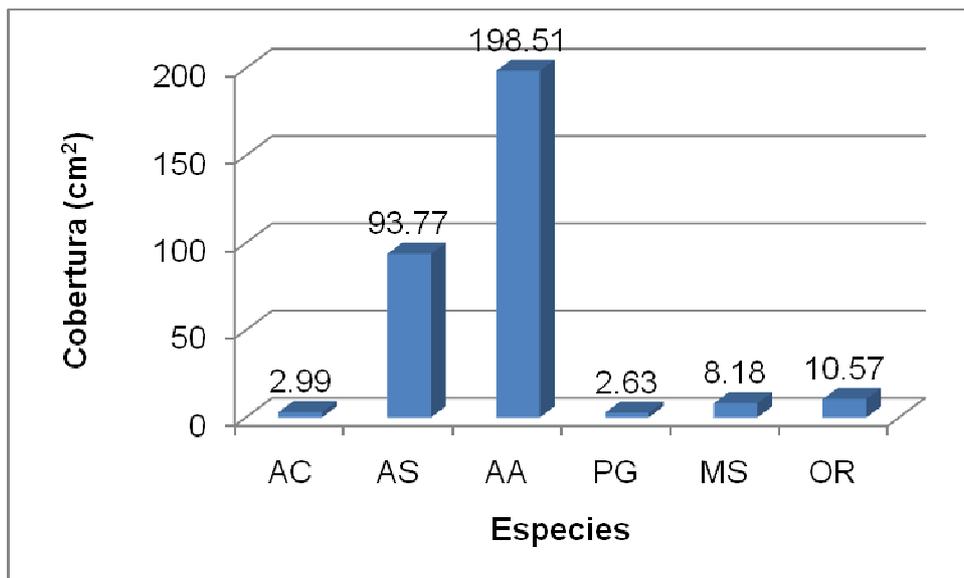


Figura 18. Comparación de medias en cobertura aérea de cada una de las especies (otoño).

Para la variable crecimiento, las especies sobresalientes fueron el maguey manso y el nopal rastrero (Figura 19, Tabla A 8).

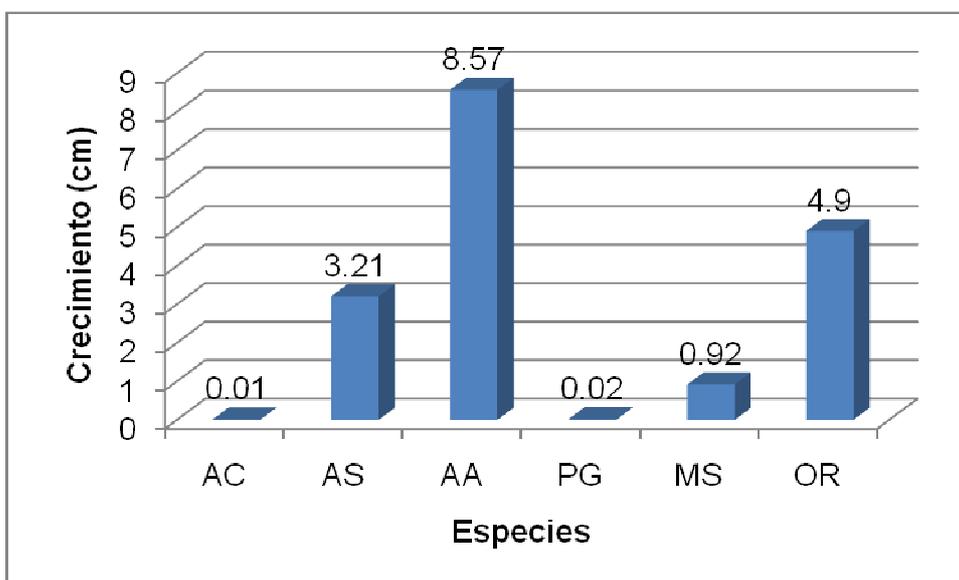


Figura 19. Comparación de medias en crecimiento de cada una de las especies (otoño).

Las especies que alcanzaron valores altos de fitomasa aérea fueron el maguey manso y el nopal rastrero (Figura 20, Tabla A 8).

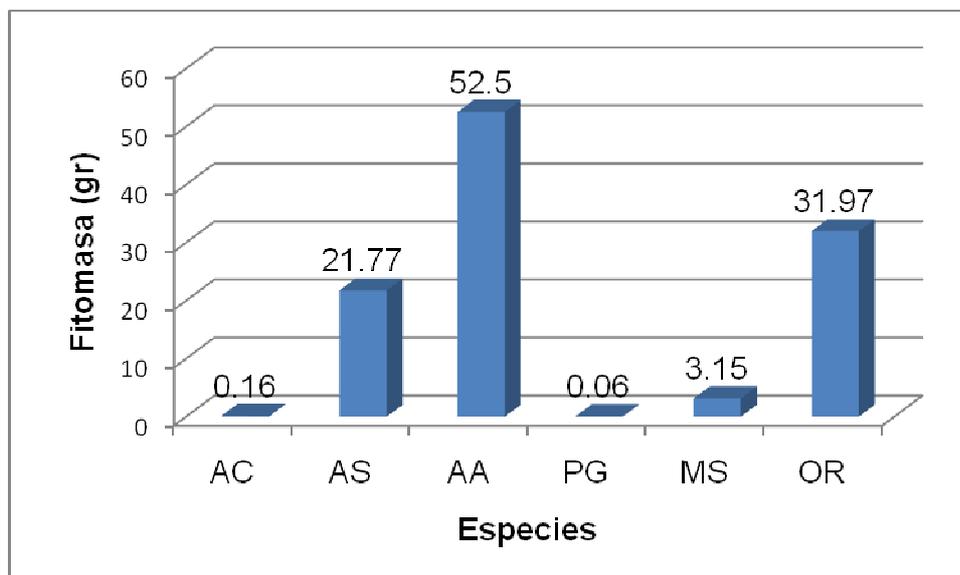


Figura 20. Comparación de medias en fitomasa aérea de cada una de las especies (otoño).

Estadística Comparativa

Como se puede apreciar en la Tabla 1, en el primer trimestre del año que corresponde a la estación invierno, se encontraron valores altamente significativos para cobertura en la exposición sureste (SE) y suroeste (SO).

Tabla 1. Comparación de medias para cobertura (cm²) y crecimiento (cm), estación de invierno (21 de enero de 2006).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	NE	70	59.04	225.00	0.0509	*
Testigo	NE	70	13.98	41.13		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NE	70	3.40	3.54	0.0625	PE
Testigo	NE	70	2.48	3.57		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	SE	70	37.25	141.51	0.0091	**
Testigo	SE	70	13.98	41.13		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SE	70	3.27	3.43	0.0380	*
Testigo	SE	70	3.48	3.57		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	SO	70	56.51	141.51	0.0027	**
Testigo	SO	70	13.98	41.13		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SO	70	3.19	3.43	0.0848	PE
Testigo	SO	70	2.48	3.57		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	NO	70	39.36	96.91	0.0226	*
Testigo	NO	70	13.98	41.13		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NO	70	2.44	2.80	0.5346	NS
Testigo	NO	70	2.48	3.57		

NS = no significativa

* = significativa (0.05)

** = altamente significativa (0.01)

PE = probabilidad encontrada

De acuerdo a las comparaciones de medias para primavera (Tabla 2), se encontró que la variable crecimiento en las orientaciones noreste (NE), sureste (SE) y suroeste (SO) son altamente significativas y para cobertura la orientación sureste (SE) fue la única altamente significativa.

Tabla 2. Comparación de medias para cobertura (cm²) y crecimiento (cm), estación de primavera (6 de abril de 2006).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	NE	70	35.36	195.24	0.1237	NS
Testigo	NE	70	7.79	25.09		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NE	70	3.37	3.73	0.0102	**
Testigo	NE	70	2.11	32.65		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	SE	70	21.73	38.35	0.0066	**
Testigo	SE	70	7.79	25.09		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SE	70	3.37	3.62	0.0052	**
Testigo	SE	70	2.11	2.65		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	SO	70	32.21	129.12	0.0608	PE
Testigo	SO	70	7.79	25.09		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SO	70	3.15	3.91	0.0192	**
Testigo	SO	70	2.11	2.65		
Cobertura(cm²)						
Tratamiento	NO	70	40.76	116.69	0.0110	*
Testigo	NO	70	7.79	25.09		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NO	70	2.66	2.17	0.0820	PE
Testigo	NO	70	2.11	2.65		

NS= no significativa

* = significativa (0.05)

** = altamente significativa (0.01)

PE = probabilidad encontrada

En la Tabla 3 se muestra que las orientaciones noreste (NE) y sureste (SE) arrojan valores altamente significativos para la variable crecimiento, esto indica que estas son las mejores orientaciones en la estación de verano, ya que la planta nodriza proporciona los elementos necesarios como mantillo orgánico, humedad, sombra para que no entren directamente los rayos solares y provoquen la muerte de las especies establecidas.

Tabla 3. Comparación de medias para cobertura (cm^2) y crecimiento (cm), estación de verano (4 de julio de 2006).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	DS	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	NE	70	22.63	72.01	0.0734	PE
Testigo	NE	70	10.27	31.08		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NE	70	2.25	4.08	0.0143	**
Testigo	NE	70	1.14	2.73		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	SE	70	18.53	43.71	0.0772	PE
Testigo	SE	70	10.27	31.08		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SE	70	2.26	3.80	0.0125	**
Testigo	SE	70	1.14	2.73		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	SO	70	19.25	52.84	0.0826	PE
Testigo	SO	70	10.27	31.08		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SO	70	2.11	4.41	0.0293	*
Testigo	SO	70	1.14	2.73		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	NO	70	21.42	44.80	0.0205	*
Testigo	NO	70	10.27	31.08		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NO	70	1.96	3.53	0.0247	*
Testigo	NO	70	1.14	2.73		

NS= no significativa

* = significativa (0.05)

** = altamente significativa (0.01)

PE = probabilidad encontrada

En el último trimestre del año de evaluación que corresponde a la estación de otoño (6 de octubre de 2006), la Tabla 4 muestra valores altamente significativos para las variables cobertura, crecimiento y fitomasa en la orientación sureste (SE), pero también se encontraron valores altamente significativos para cobertura y fitomasa en la orientación noroeste (NO).

Tabla 4. Comparación de medias para cobertura (cm^2), crecimiento (cm) y fitomasa (g), estación de otoño (6 de octubre de 2006).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	DS	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	NE	70	50.36	122.01	0.0244	*
Testigo	NE	70	23.77	66.68		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NE	70	2.99	5.11	0.0366	*
Testigo	NE	70	1.68	3.80		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NE	70	17.23	35.06	0.0308	*
Testigo	NE	70	8.64	20.91		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	SE	70	55.44	101.68	0.0025	**
Testigo	SE	70	23.77	66.68		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SE	70	3.08	4.93	0.0194	**
Testigo	SE	70	1.68	3.80		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SE	70	18.28	36.50	0.0190	**
Testigo	SE	70	8.64	20.91		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	SO	70	39.59	105.10	0.1102	NS
Testigo	SO	70	23.77	66.68		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	SO	70	2.51	5.22	0.0965	PE
Testigo	SO	70	1.68	3.80		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SO	70	18.07	46.25	0.0206	*
Testigo	SO	70	8.64	20.91		
Cobertura(cm^2)						
Tratamiento	NO	70	57.01	114.02	0.0020	**
Testigo	NO	70	23.77	66.68		
Crecimiento(cm)						
Tratamiento	NO	70	2.33	4.55	0.1368	NS
Testigo	NO	70	1.68	3.80		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NO	70	16.07	31.51	0.0189	**
Testigo	NO	70	8.64	20.91		

NS= no significativa

* = significativa (0.05)

** = altamente significativa (0.01)

PE = probabilidad encontrada

A manera de una visión colectiva de la estadística comparativa de las Tablas 1, 2, 3 y 4 se puede deducir que las orientaciones SE y SO fueron las mejores en base a las comparaciones con el testigo para la variable cobertura aérea. En el caso de la variable crecimiento las mejores orientaciones fueron la sureste (SE) y la noreste (NE).

Para fitomasa aérea las orientaciones con altos valores significativos comparados con el testigo fueron la sureste (SE) y la noroeste (NO).

Establecimiento

Se presentan los resultados de las siete especies, de acuerdo a los datos arrojados en la Tabla 5 la que muestra que para la orientación noreste (NE), en términos generales no se establecieron el 68.5 por ciento mientras que las establecidas alcanzaron únicamente 31.4 por ciento; las especies con mayor porcentaje de establecimiento fueron el maguey áspero y el maguey manso. Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00001$).

Tabla 5. Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Noreste.

Especies	No establecidas	Si establecidas	Total
AA	3	7	10
AC	10	0	10
AN	10	0	10
AS	1	9	10
MS	9	1	10
OR	5	5	10
PG	10	0	10
Total	48	22	70

En la Tabla 6 se muestran los resultados para la orientación sureste (SE) la cual arroja que no se establecieron 65.7 por ciento y únicamente lograron establecerse el 34.2 por ciento de las especies, predominando el maguey manso y el maguey áspero.

Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00001$).

Tabla 6. Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Sureste.

Especies	No establecidas	Si establecidas	Total
AA	0	10	10
AC	10	0	10
AN	10	0	10
AS	1	9	10
MS	9	1	10
OR	6	4	10
PG	10	0	10
Total	46	24	70

Como se puede apreciar en la Tabla 7, las especies que no se establecieron representaron el 75.7 por ciento y los establecidos únicamente alcanzaron el 24.2 por ciento, la especie más sobresaliente fue el maguey manso. Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00003$).

Tabla 7. Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Suroeste.

Especies	No establecidas	Si establecidas	Total
AA	1	9	10
AC	10	0	10
AN	10	0	10
AS	7	3	10
MS	9	1	10
OR	6	4	10
PG	10	0	10
Total	53	17	70

La Tabla 8 muestra que las especies que no alcanzaron a establecerse fue de 70 por ciento y únicamente las especies establecidas fueron el 30 por ciento, predominando el maguey manso.

Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00006$).

Tabla 8. Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento en la estación de otoño de 2006 con orientación Noroeste.

Especies	No establecidas	Si establecidas	Total
AA	0	10	10
AC	8	2	10
AN	10	0	10
AS	5	5	10
MS	9	1	10
OR	8	2	10
PG	9	1	10
Total	49	21	70

La Tabla 9 arroja los resultados alcanzados por el testigo y muestra que para las especies no establecidas fue 78.5 por ciento mientras para las establecidas únicamente fue de 21 por ciento, predominando el maguey manso.

Tabla 9. Comparación no paramétrica entre especies y establecimiento del testigo en la estación de otoño de 2006.

Especies	No establecidas	Si establecidas	Total
AA	1	9	10
AC	10	0	10
AN	10	0	10
AS	8	2	10
MS	8	2	10
OR	8	2	10
PG	10	0	10
Total	55	15	70

V. DISCUSIÓN

Cobertura aérea

Los resultados encontrados con este estudio de acuerdo al análisis de varianza, en la última estación de evaluación (otoño), para el mezquite, coinciden con los de Flores (2002), ya que la media en su estudio fue de 2.93 cm² y en este estudio fue de 2.63 cm². De igual forma, para el maguey manso y el maguey áspero fueron los que alcanzaron mayor cobertura de 19.49 y 9.57 cm² y en esta investigación los resultados fueron para las mismas especies de 198.51 y 93.77 cm², respectivamente.

Niño (2004) encontró que no hubo significancia en maguey manso con respecto al testigo ya que tuvo un decremento de 9.8 por ciento, lo cual difiere a los resultados encontrados en este estudio ya que todos los tratamientos fueron superiores al testigo.

Crecimiento

Los resultados encontrados para el maguey manso difieren de los de Niño (2004) ya que la media fue superior, alcanzando 29.45 cm y en este estudio sólo alcanzó un crecimiento de 8.57 cm. Los resultados arrojados por Flores (2002), también difieren, ya que alcanzó un crecimiento de 19.49 cm.

Por otra parte, Ávila (2003) en sus resultados para el mezquite, maguey manso, maguey áspero y costilla de vaca, al término de los 12 meses de evaluación, encontró 0.32, 27.72, 7.60 y 0.37 cm respectivamente, por lo que existe diferencia con respecto a los resultados arrojados en este estudio ya que fueron menores, siendo; 0.02, 8.57, 3.21, 0.01 cm, respectivamente.

Fitomasa

Los resultados de Flores (2002), al evaluar fitomasa en arbustos utilizando nutrimento enraizador y sustancias húmicas, difieren de los de este estudio ya que él encontró valores mucho más altos, de 576.31 y 598.25 g, respectivamente en maguey manso y en este estudio el resultado para dicha especie fue de 52.50 g.

Los resultados encontrados por Niño (2004) para maguey manso y maguey áspero también difieren, ya que las medias fueron de 1753.18 y 84.75 g. En este estudio fueron de 52.50 y 21.77 g, respectivamente.

Ávila (2003), en su estudio para el mezquite, maguey manso, maguey áspero y costilla de vaca encontró 1.26, 576.31, 22.52 y 3.27 g de fitomasa aérea, en cambio en este estudio los resultados fueron inferiores, de 0.06, 52.50, 21.77 y 0.16 g, respectivamente.

Establecimiento

Los resultados encontrados en este estudio difieren de los de Flores (2002) ya que la especie que alcanzó mejor establecimiento fue el maguey manso con 79 y 78 por ciento para nutrimento enraizador y sustancias huminicas, respectivamente, en este estudio para la misma especie fue 90 por ciento, resultando superior.

Niño (2004) cita que la especie sobresaliente que alcanzó mejor porcentaje de sobrevivencia fue el maguey manso con 84.12 por ciento, posteriormente le siguió el maguey áspero con 73.02 por ciento. Estos resultados coinciden con este estudio, en el que se encontraron 90 por ciento en maguey manso y en maguey áspero 65 por ciento.

Ávila (2003) encontró en mezquite, maguey manso, maguey áspero y costilla de vaca establecimientos de 70.0, 79.0, 76.0 y 41.0 por ciento, respectivamente, lo que difiere de este estudio, ya que los resultados arrojados fueron de 10.0, 90.0, 65.0 y 20.0 por ciento, respectivamente.

Es evidente que la isla de fertilidad tiene un rol interactivo con otros factores ambientales para los procesos de establecimiento de una especie, por lo que se debe entender aún con mayor detalle porqué las tasas de sobrevivencia y crecimiento son satisfactorias examinando características de calidad de luz, disponibilidad de nutrimentos y humedad, interferencia y otros factores que probablemente interactúan con este microambiente. Por otra parte, se deben investigar otras especies nodriza tales como *Flouencia cernua*.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento se llegó a las conclusiones siguientes:

- La cobertura aérea fue mejor en la estación de invierno, en las orientaciones noreste (NE) y la noroeste (NO), esto por el poco tiempo de la plantación de los arbustos y por que había suficiente humedad debajo del dosel de la planta nodriza. Conforme fueron pasando los meses intervinieron varios factores, como la poca precipitación pluvial y la fauna silvestre como liebres y conejos, los cuales ramonearon los rebrotes suculentos que las plantas presentaban.

La plantación de los arbustos se debe de hacer en la estación de otoño en las orientaciones noroeste (NO) y la sureste (SE), bajo el dosel de la planta nodriza, para lograr una buena revegetación de áreas degradadas, las especies que se deben utilizar son el maguey manso, el maguey áspero y el nopal rastrero.

Todos los tratamientos (NE, SE, SO, NO) fueron superiores al testigo, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

- La estación con mejor crecimiento fue en invierno en las orientaciones noreste (NE) y la sureste (SE) ya que se obtuvieron valores superiores al testigo.

La estación para lograr mayor crecimiento de arbustos debajo el dosel de *Larrea tridentata* es la estación de otoño en las orientaciones sureste (SE) y noreste (NE) utilizando especies de maguey manso y maguey áspero, estos presentaron valores superiores al testigo.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada.

- En fitomasa aérea las orientaciones que tuvieron mejor resultado fueron la sureste (SE) y la suroeste (SO) pues fueron superiores al testigo. Las especies que más fitomasa aérea desarrollaron fueron el maguey manso y el nopal rastrero. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis plateada.

- Para el parámetro de establecimiento al momento de la primera toma de datos arrojaron porcentajes altos de sobrevivencia en cada una de las especies, al tomar los datos de la siguiente estación que fue primavera fue disminuyendo, por las causas o factores antes mencionados, ocasionando que muchas de ellas murieran.

En el último trimestre de evaluación, que corresponde a la estación de otoño, las orientaciones con mejor establecimiento fueron la sureste (SE) y la noreste (NE).

Las especies con mayores porcentajes de sobrevivencia fueron el maguey manso y el maguey áspero.

Los resultados de establecimiento para las especies estudiadas fueron superiores al testigo, únicamente la *Atriplex numularia* fue la que no sobrevivió. Por ello, se rechaza la hipótesis planteada.

VII. LITERATURA CITADA

- Abundis V.,B. 2007. Monografía de agave pulquero. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. México. p. 7-9. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/gomez_f_e/capitulo_1.pdf. Consultado: abril 10, 2008.
- Ávila C., M. 2003. Comportamiento de cuatro parámetros de la vegetación en arbustos forrajeros de un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 51 p.
- Borrego E., F. y N. Burgos. 1986. El nopal. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 202 p.
- Camacho M., F. 2001. Los arbustos forrajeros en el Estado de Hidalgo. INIFAP (Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales). México. p. 25.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1975. Agua Nueva. Carta de uso del suelo. G14 C43. Escala 1:50,000. Color: varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México. 1h.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1976. Agua Nueva. Carta edafológica. G14 C43. Escala 1:50,000. Colores varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México. 1h.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F. p. 49-57.

- Cleary, B. D., R. Greaves D. and R. K. Hermann. 1982. Regeneration Oregon's forests. Oregon State University Extension Service. Corvallis, Or. 282 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. México. Disponible: <http://www.planetaazul.com.mx./2007/04/27/invita-la-fao-a-mexico-a-compartir-experiencias-en-evaluacion-de-suelos-degradados>. Consultado: febrero 12, 2008.
- Coppa A., R. 2004. El deterioro del pastizal patogénico. Carpeta técnica INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Argentina. Disponible en:<http://www.inta.gov.ar/esquel/info/documentos/ambiental/pastizales.04.htm>. Consultado: marzo 24, 2008.
- Correl D., S and M.C Johnston. 1979. Manual of the vascular plants of Texas. The Texas A&M University Press. College Station, Texas. USA. 245 p.
- Cortés Z., L. y F. Basurto F. 2005. *Agave salmiana* otto. Ex. Salm. Jardín botánico, Instituto de Biología. UNAM. México. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx./gela/pp-1.html>. Consultado: marzo 12, 2008.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1979. Tipos de vegetación de Coahuila. México. p. 152, 164, 185.
- Curry L., K. 1974. Conservar para sobrevivir. Una estrategia ecológica. Ed. Diana. México. p. 386-387.
- Estrada V., A. 2006. Evaluación de mezclas de solución nutritiva (soluciones nutritivas orgánicas) en la producción de forraje verde hidropónico (x *Triticosecale* Wittmack). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 23.

FAO (Food and Agriculture Organization). 1998. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. México. Disponible en: <http://www.fao.org/regional/Lamerica/redes/sisag/arboles/Chi-at-n.htm>. Consultado: abril 3, 2008.

Ferreri A., E y L.G. Wall. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Rev. Fac. Agron. 105(2): 63-87. Argentina. Disponible en: [http://www.agro.unlp.edu.ar/revista/pdf/ag105\(2\)63-87.pdf](http://www.agro.unlp.edu.ar/revista/pdf/ag105(2)63-87.pdf). Consultado: enero 20, 2008.

Flores V., A. 2002. Establecimiento y evaluación de arbustos forrajeros con mejoradores de suelo, como opción para sistemas silvopastoriles. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 79 p.

García A., E. 1987. Efecto de *Flourenicia cernua* D.C. en la sobrevivencia de plántulas de *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr. y en la fitomasa aérea en pie del pastizal mediano abierto. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 145 p.

García E., G. 1988. Caracterización de islas de fertilidad y áreas adyacentes de mezquite (*Prosopis glandulosa*) Torr. y establecimiento de gramíneas en Muzquiz, Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 116 p.

García J., H. J. 2003. Efecto de la forma de plantación en surcado Lister, en la producción de nopal rastrero (*Opuntia rastrera* Weber). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 7-14.

- García S., R. y A. Monroy A. 2005. Micrositios del pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del Antiplano Mexicano. Unidad de Investigación en Ecología Vegetal. FES Zaragoza. UNAM. México, DF. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revespciequibio/cqb-2005/cqb052a.pdf>. Consultado: mayo 11, 2008.
- Gentry, H.S. 1982. *Agaves of Continental North America*. Univ. Arizona Press. Tucson, Az. 680 p.
- Godínez, A., H. Valverde T. y P. Ortega B. 2003. Demographic trends in the cactacea. *The Botanical Review*. United States of America. 69(2): 173-203.
- González E., A y B. Rodríguez C. 2000. Distribución de 40 especies de pastizal en la República Mexicana. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 30- 133.
- Gutiérrez R., M. S. 2000. *Los agaves de Jalisco*. Universidad Autónoma de Guadalajara. México. Disponible en: <http://www.cucba.udg.mx/new/informacionacademica/coaxican/pltsmex/agavejal.htm>. Consultado: abril 2, 2008.
- Hauser U., L. 1983. Grass establishment by bandoleers, transplants, and germinated seeds. *American Society for Agriculture Engineers. Transactions of the ASAE*. 26(1): 74-80. United States of America.
- López G., J. J. 1986. Tecnología forestal. En: Medina T., J.G y L.A. Natividad B. (Eds). *Metodología de planeación integral de los recursos naturales*. Departamento de recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 156-157.

- López, E. C. y P. Simón E. 2008. Revegetación con especies vegetales micropropagadas. Centro de Investigación e Información Agraria Cortijo de la Cruz. Málaga, España. Disponible en:
<http://www.encuentros.uma.es/encuentros58/revegetacion.htm>.
Consultado: marzo 21, 2008.
- Machlis., G. 1993. Áreas protegidas en un mundo cambiante: los aspectos científicos en parques y progreso. IV Congreso Mundial de Parques y Áreas Protegidas. Caracas, Venezuela. p. 37-53.
- Marroquín de la F., J. S., G. Borja L., R. Velásquez y J. A. de la Cruz. C. 1964. Estudio ecológico-dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Pub. Esp. INIF- SAG. México, D.F. 166 p.
- Maywald, D., E. D. Mc Arthur, G. L. Jorgensen, R. Stevens and S.C. Walker. 1998. Experimental evidence for sex-based palatability variation in forwing saltbush. J. Range Manage. USA. 51(6): 650-654.
- Méndez M., A. Dorantes, G. Dzib, J. Argaez y R. Durán. 2006. Germinación y establecimiento de plántulas de *Pterocereus gaumeri*, una cactácea columnar rara y endémica de Yucatán. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Núm. 076 México, D.F. 76:33-41. Disponible en:
<http://www.redaliyc.uaemex.mx/redaliyc/pdf./577/57707904.pdf>.
Consultado: marzo 12, 2008.
- Myers, R.L. 1992. Scrub and high pine. Ecosystems of Florida. University of Central Florida. Orlando. p. 150-193.
- Niembro R., A. 1986. Árboles y arbustos (útiles de México). Universidad Autónoma Chapingo. Ed. LIMUSA. México. p. 21.
- Niño C., R. 2005. Características del establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 53 p.

- Novel P., S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México. DF. 211 p.
- Pérez R., L. 1990. Autoecología de *Atriplex canescens* (Pursh) Nut. Emergencia, sobrevivencia y crecimientos en microambientes diferentes. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 75 p.
- Richards, J.H. and M. Caldwell M. 1987. Hydraulic lift: Substantial nocturnal water transport between soil layers by *Artemisia tridentate* roots. J. of Ecology 73(2): 486- 489. United States of America.
- Romero I., J., R. Paredes y R. Ramírez L. 2003. *Atriplex canescens* (Purch, Nutt), como fuente de alimento para las zonas áridas. Ciencia UANL / Vol. VI, No. 1. Monterrey, México. p. 85-92.
Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/402/40260113.pdf>.
Consultado: febrero 23, 2008.
- Rubio A., F.A. 1997. Respuesta del zacate buffel a dos ambientes de suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente de *Larrea*. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 152 p.
- Rubio T., J. 2005. Revegetación de zonas degradadas. México. Disponible en: <http://www.aepjp.com/ponencia2005-17pdf>. Consultado: marzo 2, 2008.
- Russell, C. E. and P. Felker. 1987. The prickly pears (*Opuntia* spp., Cactaceae): a source of human and animal food in semiarid regions. Ecol. Bot. 41(3): 433-445. Texas A&M University. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s0q.htm#TopOfPage>.
Consultado: abril 5, 2008.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Inventario Nacional de suelos. México. p. 5-36.

- Shaw, N. and S.B. Monsen. 1983. Nursery propagation and outplanting. In: Proceedings Symposium on the Biology of *Atriplex* and Related Chenopods. United States of America. p. 25 - 26.
- SSSA (Soil Science Society of America). 1970. Resources conservation glossary. J. of Soil and Water Conservation. 15(1): 16-52. United States of America.
- Valiente B., A. y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisiana* in the Tehuacan Valley, Mexico. J. of Ecology. 79(2): 961-971. United States of America.
- Vargas L., S. 1990. La ganadería familiar y el manejo de los recursos utilizados en el ejido Agua Nueva, Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Velasco M., H. A. 1991. Las zonas áridas y semiáridas. 3 ed. Ed. Limusa. México, D. F. 725 p.
- Yeaton, R. I. 1978. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern Chihuahua desert. J. of Ecology. 66(2): 651-656. United States of America.
- Yeaton, R.I 1990. Structure and function of the Namib dune grasslands: species interactions. J. of Arid Environments. 18: 343-349. United States of America.
- Yeaton, R.I. and K. J. Esler. 1990. The dynamics of a succulent Karoo vegetation: A study of species association and recruitment. Vegetation. 88: 103-113. United States of América.

APENDICE

Tabla A 1. Concentración de datos de invierno (21 de enero de 2006).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V %	C.D %	Normalidad
Cobertura (cm^2)	NE	70	59.04	225.00	0	1802.49	1802.49	3.38	0	3.81	17.29	R
Crecimiento (cm)	NE	70	3.40	3.54	0	12.50	12.5	2.75	0	1.04	1.03	R
D. mayor (cm^2)	NE	70	6.53	8.90	0	51.00	51.0	3.00	0	1.36	1.94	R
D. menor (cm^2)	NE	70	3.72	6.61	0	45.00	45.0	1.50	0	1.77	2.31	R
Cobertura (cm^2)	SE	70	37.25	74.44	0	431.97	431.97	3.29	0	1.99	11.05	R
Crecimiento (cm)	SE	70	3.27	3.03	0	10.00	10.0	3.00	0	0.92	0.84	R
D. mayor (cm^2)	SE	70	6.59	9.00	0	35.00	35.0	2.10	0	1.36	2.78	R
D. menor (cm^2)	SE	70	3.12	4.13	0	25.00	25.0	2.00	0	1.32	1.28	R
Cobertura (cm^2)	SO	70	56.51	141.51	0	722.56	722.56	2.27	0	2.50	24.63	R
Crecimiento (cm)	SO	70	3.19	3.43	0	13.00	13.00	2.30	0	1.07	1.10	R
D. mayor (cm^2)	SO	70	7.62	11.88	0	57.00	57.00	2.00	0	1.56	3.52	R
D. menor (cm^2)	SO	70	3.51	4.76	0	23.00	23.00	1.65	0	1.35	1.91	R
Cobertura (cm^2)	NO	70	39.36	96.91	0	508.90	508.90	0.90	0	2.46	43.52	R
Crecimiento (cm)	NO	70	2.44	2.80	0	10.50	10.50	1.35	0	1.14	1.69	R
D. mayor (cm^2)	NO	70	4.26	6.21	0	27.00	27.00	1.35	0	1.45	3.05	R
D. menor (cm^2)	NO	70	2.28	3.65	0	20.00	20.00	1.00	0	1.59	2.18	R
Cobertura (cm^2)	T	70	13.98	41.13	0	296.09	296.09	1.11	0	2.94	12.36	R
Crecimiento (cm)	T	70	2.48	3.57	0	23.00	23.00	1.50	0	1.43	1.46	R
D. mayor (cm^2)	T	70	3.44	4.94	0	23.00	23.00	1.50	0	1.43	2.11	R
D. menor (cm^2)	T	70	1.53	1.99	0	8.50	8.50	0.90	0	1.30	1.57	R

Tabla A 2. Concentración de datos de primavera (6 de abril de 2006).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V %	C.D %	Normalidad
Cobertura (cm^2)	NE	70	35.36	195.24	0	1616.35	1616.35	0.60	0	5.52	57.95	R
Crecimiento (cm)	NE	70	3.37	3.73	0	15.00	15.00	2.75	0	1.10	1.06	R
D. mayor (cm^2)	NE	70	4.59	9.07	0	60.00	60.00	1.30	0	1.97	3.35	R
D. menor (cm^2)	NE	70	1.82	4.77	0	34.30	34.30	0.40	0	2.61	4.37	R
Cobertura (cm^2)	SE	70	21.73	38.35	0	148.44	148.44	1.31	0	1.76	16.41	R
Crecimiento (cm)	SE	70	3.37	3.62	0	13.90	13.90	2.00	0	1.07	1.51	R
D. mayor (cm^2)	SE	70	5.46	7.38	0	33.50	33.50	2.00	0	1.34	2.58	R
D. menor (cm^2)	SE	70	2.23	2.94	0	12.00	12.00	0.90	0	1.32	2.33	R
Cobertura (cm^2)	SO	70	32.21	129.12	0	915.77	915.77	1.06	0	4.00	30.15	R
Crecimiento (cm)	SO	70	3.15	3.91	0	16.70	16.70	2.10	0	1.23	1.37	R
D. mayor (cm^2)	SO	70	5.26	9.12	0	53.00	53.00	2.15	0	1.73	2.34	R
D. menor (cm^2)	SO	70	2.12	4.15	0	25.00	25.00	0.75	0	1.95	2.71	R
Cobertura (cm^2)	NO	70	40.76	116.69	0	659.73	659.73	1.02	0	2.86	39.73	R
Crecimiento (cm)	NO	70	2.66	3.17	0	13.00	13.00	1.55	0	1.19	1.64	R
D. mayor (cm^2)	NO	70	6.24	11.49	0	49.00	49.00	1.40	0	1.84	4.37	R
D. menor (cm^2)	NO	70	2.57	4.78	0	24.00	24.00	0.60	0	1.85	4.20	R
Cobertura (cm^2)	T	70	7.79	25.09	0	193.99	193.99	0.32	0	3.21	23.60	R
Crecimiento (cm)	T	70	2.11	2.65	0	10.90	10.90	1.15	0	1.25	1.78	R
D. mayor (cm^2)	T	70	3.56	5.93	0	24.50	24.50	0.80	0	1.66	4.40	R
D. menor (cm^2)	T	70	1.07	1.98	0	13.00	13.00	0.35	0	1.84	3.02	R

Tabla A3. Concentración de datos de verano (4 de julio de 2006).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Min	Max	Rango	Mediana	Moda	C.V %	C.D %	Normalidad
Cobertura (cm^2)	NE	70	22.63	72.01	0	404.63	404.63	0	0	3.18	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	2.25	4.08	0	13.70	13.70	0	0	1.80	0	R
D. mayor (cm^2)	NE	70	2.81	5.98	0	26.00	26.00	0	0	2.13	0	R
D. menor (cm^2)	NE	70	1.84	4.37	0	22.40	22.40	0	0	2.37	0	R
Cobertura (cm^2)	SE	70	2.26	3.80	0	13.70	13.70	0	0	1.67	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0	R
D. mayor (cm^2)	SE	70	3.44	5.83	0	21.30	21.30	0	0	1.69	0	R
D. menor (cm^2)	SE	70	1.84	3.28	0	14.00	14.00	0	0	1.78	0	R
Cobertura (cm^2)	SO	70	19.25	52.84	0	255.25	255.25	0	0	2.74	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	2.11	4.41	0	17.40	17.40	0	0	2.09	0	R
D. mayor (cm^2)	SO	70	2.79	5.92	0	25.00	25.00	0	0	2.12	0	R
D. menor (cm^2)	SO	70	1.65	3.53	0	14.00	14.00	0	0	2.14	0	R
Cobertura (cm^2)	NO	70	21.42	44.80	0	214.41	214.41	0	0	2.09	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	1.96	3.53	0	14.60	14.60	0	0	1.79	0	R
D. mayor (cm^2)	NO	70	4.06	7.51	0	29.00	29.00	0	0	1.84	0	R
D. menor (cm^2)	NO	70	1.78	3.22	0	13.00	13.00	0	0	1.80	0	R
Cobertura (cm^2)	T	70	10.27	31.08	0	157.08	157.08	0	0	3.02	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	1.14	2.73	0	12.00	12.00	0	0	2.39	0	R
D. mayor (cm^2)	T	70	2.16	5.04	0	21.50	21.50	0	0	2.32	0	R
D. menor (cm^2)	T	70	1.08	2.57	0	10.60	10.60	0	0	2.37	0	R

Tabla A 4. Concentración de datos de otoño (6 de octubre de 2006).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V	C.D	Normalidad
Cobertura (cm^2)	NE	70	50.36	122.01	0	614.96	614.96	0	0	2.42	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	2.99	5.11	0	19.50	19.50	0	0	1.70	0	R
Fitomasa (g)	NE	70	17.23	35.06	0	186.75	186.75	0	0	2.03	0	
D. mayor (cm^2)	NE	70	4.60	8.22	0	30.00	30.00	0	0	1.78	0	R
D. menor (cm^2)	NE	70	3.47	6.83	0	27.00	27.00	0	0	1.96	0	R
Cobertura (cm^2)	SE	70	55.44	101.68	0	414.69	414.69	0	0	1.83	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	3.08	4.93	0	17.50	17.50	0	0	1.59	0	R
Fitomasa (g)	SE	70	18.28	36.50	0	228.25	228.25	0	0	1.99	0	
D. mayor (cm^2)	SE	70	5.27	8.04	0	25.00	25.00	0	0	1.52	0	R
D. menor (cm^2)	SE	70	4.03	6.46	0	22.00	22.00	0	0	1.60	0	R
Cobertura (cm^2)	SO	70	39.59	105.10	0	527.78	527.78	0	0	2.65	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	2.51	5.22	0	18.00	18.00	0	0	2.07	0	R
Fitomasa (g)	SO	70	18.07	46.25	0	290.00	290.00	0	0	2.56	0	
D. mayor (cm^2)	SO	70	4.05	8.23	0	33.50	33.50	0	0	2.03	0	R
D. menor (cm^2)	SO	70	2.56	5.70	0	24.00	24.00	0	0	2.22	0	R
Cobertura (cm^2)	NO	70	57.01	114.02	0	508.93	508.93	0	0	1.99	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	2.33	4.55	0	17.50	17.50	0	0	1.95	0	R
Fitomasa (g)	NO	70	16.07	31.51	0	125.00	125.00	0	0	1.95	0	
D. mayor (cm^2)	NO	70	5.12	8.48	0	27.00	27.00	0	0	1.65	0	R
D. menor (cm^2)	NO	70	3.76	6.75	0	24.00	24.00	0	0	1.79	0	R
Cobertura (cm^2)	T	70	23.77	66.68	0	361.28	361.28	0	0	2.80	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	1.68	3.80	0	16.50	16.50	0	0	2.26	0	R
Fitomasa (g)	T	70	8.64	20.91	0	103.75	103.75	0	0	2.42	0	
D. mayor (cm^2)	T	70	2.70	5.99	0	23.00	23.00	0	0	2.22	0	R
D. menor (cm^2)	T	70	1.90	4.54	0	20.00	20.00	0	0	2.38	0	R

Tabla A5. Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de invierno (21 de enero de 2006).

Variables	Especies*	N	X	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V	C.D	Normalidad
Cobertura(cm ²)	AC	50	114.00	179.65	0	722.56	722.56	6.28	0.00	1.57	18.08	R
Crecimiento(cm)	AC	50	2.68	2.51	0	8.50	8.50	3.25	0.00	0.93	0.68	R
Cobertura(cm ²)	AN	50	6.71	25.32	0	164.93	164.93	0.00	0.00	3.76	0.00	R
Crecimiento(cm)	AN	50	1.17	1.94	0	6.00	6.00	0.00	0.00	1.66	0.00	R
Cobertura(cm ²)	AS	50	6.33	14.10	0	91.89	91.89	2.41	0.00	2.22	2.36	R
Crecimiento(cm)	AS	50	1.72	1.86	0	10.00	10.00	1.50	0.00	1.08	0.78	R
Cobertura(cm ²)	AA	50	41.28	48.80	0	223.83	223.83	16.10	0.00	1.18	2.13	R
Crecimiento(cm)	AA	50	6.88	4.47	0	23.00	23.00	7.00	0.00	0.64	0.50	R
Cobertura(cm ²)	PG	50	112.53	270.18	0	1802.49	1802.49	31.61	54.97	2.40	3.22	R
Crecimiento(cm)	PG	50	4.24	1.48	0	7.00	7.00	4.00	4.00	0.34	0.28	R
Cobertura(cm ²)	MS	50	1.94	4.17	0	28.27	28.27	0.00	0.00	2.14	1.71	R
Crecimiento(cm)	MS	50	1.54	1.64	0	9.00	9.00	0.00	0.00	1.06	0.74	R
Cobertura(cm ²)	OR	50	5.81	18.96	0	96.07	96.07	0.00	0.00	3.25	0.00	R
Crecimiento(cm)	OR	50	2.47	3.79	0	12.00	12.00	0.00	0.00	1.53	0.00	R

*AC= Atriplex canescens (costilla de vaca)

AN= Atriplex numularia (numularia)

AS= Agave scabra (maguey áspero)

AA= Agave atrovirens (maguey manso)

PG= Prosopis glandulosa (mezquite)

MS= Agave salmiana (maguey salmiana)

OR= Opuntia rastrera (opuntia rastrero)

Tabla A6. Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de primavera (6 de abril de 2006).

Variables	Especies *	N	X	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V	C.D	Normalidad
Cobertura(cm ²)	AC	50	60.60	163.81	0	915.77	915.77	4.94	0.00	2.70	12.16	R
Crecimiento(cm)	AC	50	3.00	2.49	0	8.00	8.00	4.00	0.00	0.83	0.51	R
Cobertura(cm ²)	AN	50	2.04	11.87	0	84.03	84.03	0.00	0.00	5.81	0.00	R
Crecimiento(cm)	AN	50	1.44	2.32	0	8.00	8.00	0.00	0.00	1.61	0.00	R
Cobertura(cm ²)	AS	50	3.14	4.24	0	15.70	15.70	0.902	0.00	1.35	3.36	R
Crecimiento(cm)	AS	50	1.53	1.76	0	9.00	9.00	1.50	0.00	1.15	0.89	R
Cobertura(cm ²)	AA	50	38.77	47.60	0	214.41	214.41	18.84	0.00	1.22	1.66	R
Crecimiento(cm)	AA	50	6.37	4.27	0	14.00	14.00	6.35	3.00	0.67	0.59	R
Cobertura(cm ²)	PG	50	78.51	253.20	0	1616.35	1616.35	3.61	0.00	3.22	21.44	R
Crecimiento(cm)	PG	50	4.28	2.13	0	9.00	9.00	4.00	4.00	0.49	0.40	R
Cobertura(cm ²)	MS	50	1.27	5.37	0	37.69	37.69	0.00	0.00	4.20	0.00	R
Crecimiento(cm)	MS	50	0.90	1.79	0	10.2	10.2	0.00	0.00	1.99	0.00	R
Cobertura(cm ²)	OR	50	8.65	24.99	0	111.91	111.91	0.00	0.00	2.88	0.00	R
Crecimiento(cm)	OR	50	3.03	4.70	0	16.7	16.7	0.00	0.00	1.55	0.00	R

*AC= Atriplex canescens (costilla de vaca)

AN= Atriplex numularia (numularia)

AS= Agave scabra (maguey áspero)

AA= Agave atrovirens (maguey manso)

PG= Prosopis glandulosa (mezquite)

MS= Agave salmiana (maguey salmiana)

OR= Opuntia rastrera (opuntia rastrero)

Tabla A 7. Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de verano (4 de junio de 2006).

Variables	Especies*	N	X	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V	C.D	Normalidad
Cobertura(cm ²)	AC	50	5.89	24.02	0	136.65	136.65	0.00	0.00	4.07	0.00	R
Crecimiento(cm)	AC	50	0.36	1.30	0	7.00	7.00	0.00	0.00	3.62	0.00	R
Cobertura(cm ²)	AS	50	14.81	32.15	0	178.22	178.22	1.41	0.00	2.17	10.35	R
Crecimiento(cm)	AS	50	2.16	2.67	0	12.50	12.50	1.50	0.00	1.23	1.33	R
Cobertura(cm ²)	AA	50	88.33	92.30	0	404.63	404.63	60.47	0.00	1.04	1.14	R
Crecimiento(cm)	AA	50	7.09	4.66	0	16.50	16.50	6.85	0.00	0.65	0.58	R
Cobertura(cm ²)	PG	50	2.24	15.88	0	112.31	112.31	0.00	0.00	7.07	0.00	R
Crecimiento(cm)	PG	50	0.02	0.14	0	1.00	1.00	0.00	0.00	7.07	0.00	R
Cobertura(cm ²)	MS	50	4.45	22.42	0	157.08	157.08	0.00	0.00	5.03	0.00	R
Crecimiento(cm)	MS	50	0.64	1.87	0	10.00	10.00	0.00	0.00	2.92	0.00	R
Cobertura(cm ²)	OR	50	13.23	36.86	0	172.78	172.78	0.00	0.00	2.78	0.00	R
Crecimiento(cm)	OR	50	3.35	5.03	0	17.40	17.40	0.00	0.00	1.50	0.00	R

*AC= Atriplex canescens (costilla de vaca)

AN= Atriplex numularia (numularia)

AS= Agave scabra (maguey áspero)

AA= Agave atrovirens (maguey manso)

PG= Prosopis glandulosa (mezquite)

MS= Agave salmiana (maguey salmiana)

OR= Opuntia rastrera (opuntia rastrero)

Nota: No se incluye AN porque no sobrevivió.

Tabla A 8. Concentración de datos para cada una de las especies en la estación de otoño (6 de octubre de 2006).

Variables	Especies*	N	X	D.E	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V	C.D	Normalidad
Cobertura(cm ²)	AC	50	2.99	2.82	0	141.37	141.37	0.00	0.00	6.68	0.00	R
Crecimiento(cm)	AC	50	0.01	7.56	0	0.50	0.50	0.00	0.00	5.40	0.00	R
Fitomasa(g)	AC	50	0.16	0.88	0	6.00	6.00	0.00	0.00	5.55	0.00	R
Cobertura(cm ²)	AS	50	93.77	121.87	0	614.96	614.96	49.87	0.00	1.29	1.78	R
Crecimiento(cm)	AS	50	3.21	3.34	0	10.00	10.00	3.00	0.00	1.04	0.75	R
Fitomasa (g)	AS	50	21.77	28.27	0	130.00	130.00	9.75	0.00	1.29	2.15	R
Cobertura(cm ²)	AA	50	198.51	154.89	0	527.78	527.78	193.99	0.00	0.78	0.66	R
Crecimiento(cm)	AA	50	8.57	4.96	0	17.50	17.50	8.25	0.00	0.57	0.50	R
Fitomasa (gr)	AA	50	52.50	34.24	0	125.00	125.00	56.30	0.00	0.65	0.50	R
Cobertura(cm ²)	PG	50	2.63	18.66	0	131.94	131.94	0.00	0.00	7.07	0.00	R
Crecimiento(cm)	PG	50	0.02	0.15	0	1.10	1.10	0.00	0.00	7.07	0.00	R
Fitomasa (g)	PG	50	0.06	0.45	0	3.25	3.25	0.00	0.00	7.07	0.00	R
Cobertura(cm ²)	MS	50	8.18	30.26	0	181.42	181.42	0.00	0.00	3.69	0.00	R
Crecimiento(cm)	MS	50	0.92	2.71	0	13.50	13.50	0.00	0.00	2.94	0.00	R
Fitomasa (g)	MS	50	3.15	10.05	0	56.00	56.00	0.00	0.00	3.19	0.00	R
Cobertura(cm ²)	OR	50	10.57	38.22	0	263.89	263.89	0.00	0.00	3.61	0.00	R
Crecimiento(cm)	OR	50	4.90	7.22	0	19.50	19.50	0.00	0.00	1.47	0.00	R
Fitomasa (g)	OR	50	31.97	63.68	0	290.00	290.00	0.00	0.00	1.99	0.00	R

*AC= Atriplex canescens (costilla de vaca)

AN= Atriplex numularia (numularia)

AS= Agave scabra (maguey áspero)

AA= Agave atrovirens (maguey manso)

PG= Prosopis glandulosa (mezquite)

MS= Agave salmiana (maguey salmiana)

OR= Opuntia rastrera (opuntia rastrero)

Nota: No se incluye AN porque no sobrevivió

