

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



***Flourensia cernua* como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales.**

Por:

JESÚS GILBERTO COELLO NAVARRO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Flourensia cernua como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales.

TESIS

Por:

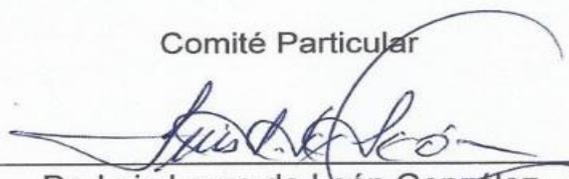
JESÚS GILBERTO COELLO NAVARRO

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

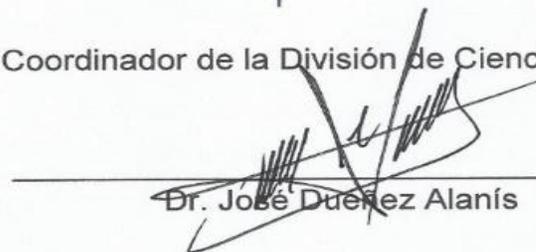
Asesor: _____


Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor: _____


M.C. Luis Pérez Romero

Coordinador de la División de Ciencia Animal


Dr. José Dueñez Alanís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre de 2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis Padres:

Maluye de Jesús Navarro Ocampo.

Ruly de Jesús Coello Gómez.

A mi madre, por todo el gran amor que me has demostrado, por la ilusión que siempre tuviste por verme convertido en un profesionista. Gracias por toda la confianza que tuviste en mí, por motivarme para seguir con mis estudios. Quiero decirte mamá que te quiero mucho y que te agradezco por todo lo que me has dado y, que ese esfuerzo y sacrificio que pasaste para formarme en un hombre de bien, no ha sido en vano. Gracias por todo mamá...

A mi padre por ser mi guía y amigo. Gracias por seguir apoyándome, por tus consejos que me ayudan a tomar las decisiones correctas. Quiero decirte papá que te respeto y admiro y, que también gracias a tu esfuerzo y sacrificio han hecho que me haya convertido en un profesionista. Gracias por todo papá, por seguir ayudándome a mí y a mis hermanos, te quiero mucho...

A mi esposa:

Rosvith Yizel Espinosa Pérez.

Por esperarme todo este tiempo que estuve preparándome profesionalmente, por estar siempre a mi lado apoyándome, dándome amor, cariño, y confianza. También quiero que sepas que este triunfo alcanzado es de los dos, porque mis logros también son tuyos. Gracias mi amor por formar parte de mi vida...

A mi hija:

Devany Brigitte Coello Espinosa.

A ti mi princesa, por ser mi mayor motivación para nunca rendirme, gracias por ser ese impulso de seguir superándome día con día para poder llegar a ser un ejemplo para ti. Gracias por llegar a mi vida, por ser mi hija hermosa y por ser lo mejor que me ha pasado...

A mis hermanos:

Stalin Alejandro Coello Navarro y Cristina Guadalupe Coello Navarro, gracias por darme la oportunidad de crecer a lado de ustedes, por estar presentes en mi vida y por ser los hermanos que siempre quise tener. Y quiero que sepan que los quiero mucho...

A mis abuelos, tíos y primos:

A mis abuelos por todo el cariño, por ser el pilar durante mi infancia, gracias por todo el tiempo que compartieron conmigo y por la compañía en mi trayecto de vida.

A mis tíos por ese amor incondicional, por estar presentes en mi vida, por el apoyo y por el cariño que me dieron durante mi infancia, gracias por compartir momentos conmigo.

A ustedes primos también gracias por esa compañía y convivencia con la que crecimos, y por permitirme seguir siendo parte de sus vidas.

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Primeramente por darme salud y por escucharme en todas mis oraciones, gracias Dios por brindarme una vida llena de aprendizajes, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. Gracias Dios por no abandonarme, por permitir realizar el sueño más importante de mi vida...

A mis Asesores:

Dr. Luis Lauro de León González, por su amistad brindada y por haberme dado la oportunidad y confianza para realizar este proyecto y, por su gran ayuda para la elaboración de este trabajo, por sus observaciones, recomendaciones, sugerencias, correcciones y el tiempo dedicado para la revisión de esta tesis.

Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés, por la ayuda, el tiempo y la paciencia para la realización del análisis estadístico de este trabajo.

M.C. Luis Pérez Romero, por su apoyo en la revisión de literatura y aportación para la realización de este trabajo.

A mi Universidad:

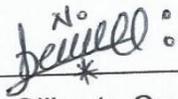
Por la oportunidad de prepararme como estudiante y principalmente como profesionalista, agradezco el espacio que me brindó, ya que me dio la oportunidad de conocer a nuevas personas, compañeros y amigos. Por ofrecer transporte y comedor en toda mi estancia de estudio, ya que todas esas facilidades me ayudaron como estudiante.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito Jesús Gilberto Coello Navarro, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41100524 y autor de esta tesis, manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicados por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, están circunscritos a la orientación y guía respecto a la metódica de la investigación realizada en esta tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos y, por lo tanto, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE



Jesús Gilberto Coello Navarro
Tesis de Licenciatura/UAAAN

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Definición de Términos.....	4
Nodricismo.....	4
Islas de Fertilidad.....	6
Zonas Áridas y Semiáridas	7
Desertificación	8
Rehabilitación agroecológica y Reforestación	9
Restauración.....	9
Vegetación.....	10
Importancia de la Vegetación	10
Revegetación	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
Descripción del Área de Estudio	12
Ubicación	12

Clima.....	13
Topografía	13
Suelo.....	13
Vegetación.....	14
Materiales.....	14
Nomenclatura de los Tratamientos	15
Metódica.....	16
Plantación	16
Toma de Datos	16
Parámetros Evaluados.....	17
Sobrevivencia	17
Cobertura Aérea	18
Crecimiento.....	18
Abono	18
Fitomasa Aérea.....	18
Diseño y Análisis Estadístico	18
Estadística Descriptiva.....	18
Estadística Comparativa	19
Estadística Correlacional	20
Estadística Integral	20
Análisis de Factores	20
IV. RESULTADOS.....	21
Estadística Descriptiva	21

Efecto de la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta Nodrizza	21
Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.....	21
Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014	22
Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014	23
Estación de Otoño, 5 de Noviembre de 2014.....	25
Cobertura Aérea y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones del Año	27
Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.....	27
Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014	28
Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014	29
Estación de Otoño, 5 de Noviembre de 2014.....	30
Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año	31
Comparación de Medias en las Cuatro Estaciones del Año de Acuerdo a la Orientación Geográfica para Todas y Cada Una de las Especies	31
Efecto del Abono sobre la Supervivencia de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año	33
Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.....	33
Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014	34
Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014	34
Estación de Otoño, 5 de Noviembre de 2014.....	35
Estadística Comparativa	35
Supervivencia	40

Estadística Correlacional.....	42
Correlación de Variables.....	42
Estadística Integral.....	43
Análisis de Factores.....	43
V. DISCUSIÓN	46
Cobertura Aérea.....	46
Crecimiento	47
Fitomasa Aérea.....	47
Sobrevivencia.....	48
Abono.....	49
VI. CONCLUSIONES	50
VII. LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICES.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla

Núm.	Página
1	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de todas las especies y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas31
2	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas32
3	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas32
4	Comparación de medias de crecimiento (cm) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas33
5	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)36
6	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (5 de junio de 2014)37
7	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de verano (15 de agosto de 2014)38
8	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g), en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)39
9	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noreste40
10	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Sureste40
11	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Suroeste41
12	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noroeste41

13	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo en la estación de otoño	42
14	Correlación entre las variables en estudio.....	43
15	Análisis de factores para todo el año 2014.....	44
A 1	Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)	62
A 2	Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....	63
A 3	Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de verano (15 de agosto de 2014)	64
A 4	Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)	65
A 5	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)	66
A 6	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....	67
A 7	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (15 de agosto de 2014)	68
A 8	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras

Núm.	Página
1	Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, municipio de Saltillo, Coahuila, México.....12
2	Planta nodriza.....17
3	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)21
4	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)22
5	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....22
6	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....23
7	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (15 de agosto de 2014)24
8	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (15 de agosto de 2014)24
9	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)25
10	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)26

11	Comparación de medias de fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014)	26
12	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)	27
13	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)	27
14	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....	28
15	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....	28
16	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).....	29
17	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).....	29
18	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).....	30
19	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).....	30
20	Comparación de medias de fitomasa aérea (g) para cada una de las especies, al final del año (5 de noviembre de 2014)	31
21	Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014)	33

22	Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).....	34
23	Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).....	34
24	Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).....	35
25	Diagrama de análisis de factores de todas las variables del año 2014.....	45

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar a *Flourensia cernua*, hojásén, como planta nodriza en la rehabilitación de pastizales. Se realizó en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, municipio de Saltillo, Coahuila, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en los 25° 04' y 25° 08' latitud Norte y 100° 58' y 101° 03' longitud Oeste. Se utilizó el Punto Central de Cuadrante para determinar a la especie nodriza, en este caso a *Flourensia cernua* para posteriormente establecer bajo su dosel a los arbustos en estudio. Se plantaron y evaluaron siete especies las cuales fueron: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave salmiana* (maguey salmiana), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave scabra* (maguey áspero) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero). Estas siete especies se establecieron en cuatro rumbos cardinales: NE, SE, SO y NO bajo el dosel de planta nodriza en líneas de 10 individuos por especie. La fecha de plantación de los arbustos fue en el mes de octubre de 2011. Se plantaron 280 individuos en 28 líneas, cada línea con 10 arbustos de una misma especie y en el mismo rumbo cardinal. Como fuente de comparación se plantaron, como testigo, diez arbustos de cada especie en siete líneas, sin considerar a la planta nodriza, lo que representó 70 plantas más, teniendo 350 arbustos plantados en total. Además, a los primeros cinco individuos de cada línea se les suministró excremento de borrego, como fuente de abono, mientras que a los otros cinco no se les aplicó.

La toma de datos se realizó en cada estación del año: invierno, primavera, verano y otoño. Se evaluó sobrevivencia de acuerdo al número de arbustos por especie que se mantuvieron vivos durante el período de investigación; cobertura aérea por medio de la fórmula de la elipse; crecimiento a través del grosor del diámetro de tallos de los arbustos y, para los magueyes y el nopal, la longitud de la penca; el efecto del abono se determinó de acuerdo a la media total de especies establecidas a las cuales se les aplicó excremento de borrego como fuente de abono, contra las mismas plantas de cada especie a las que no se les suministró; fitomasa aérea se estimó por la técnica Adelaida. El análisis estadístico para sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, abono y fitomasa aérea se realizó a través de estadística descriptiva, comparativa y

correlacional, por el programa estadístico NCSS 6.0 y el programa estadístico STATISTICA 8.0 para efectuar el análisis de factores.

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la planta nodriza *Flourensia cernua* indican que tuvo un efecto positivo en relación a la sobrevivencia de arbustos bajo su dosel, ya que la orientación con mejor resultado fue la NE y, las especies *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) las de mayor porcentaje de sobrevivencia; de igual forma para crecimiento (cm), ya que en la estación de otoño y la orientación NE fueron las mejores, con *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) como las especies más favorecidas; también, para cobertura aérea (cm²) la estación que se mostró más sobresaliente fue otoño en la orientación NE, con las mismas especies, *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), las de mejor resultado; para fitomasa aérea (g), se observó que las orientaciones que presentaron mejores resultados fueron la NE y la SE, las especies que manifestaron ser superiores fueron *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS). Las variables anteriormente mencionadas resultaron ser superiores en comparación al testigo. De igual forma, la orientación geográfica tuvo que ver sobre la sobrevivencia de las especies, ya que se encontró que las orientaciones NE y SE en gran medida fueron mejores en comparación al testigo; el abono de borrego obtuvo efecto sobre la sobrevivencia de las especies ya que los porcentajes fueron mayores en arbustos que contaron con este tratamiento; *Prosopis glandulosa* (PG) fue el que tuvo mejor respuesta al abono.

Palabras clave: nodricismo, rehabilitación agroecológica, islas de fertilidad, revegetación, restauración, reforestación.

Correo electrónico; Jesus Gilberto Coello Navarro, jgcoellon@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los hábitats más amenazados del mundo y, por lo general, uno de los menos presentes en los sistemas de áreas protegidas son los pastizales. La mayoría de los pastizales han sido utilizados para la cría de ganado y para la producción agrícola, por lo que se han ocasionado mermas importantes, en algunos casos críticas, ya que actualmente se encuentran muy deteriorados por un manejo inadecuado.

Un pastizal sobrepastoreado significa erosión y, ganado mal nutrido. El mal manejo ganadero impide el buen desarrollo y la reproducción de las especies vegetales más nutritivas y apetecidas por el ganado.

Por lo que es de particular interés el nodricismo, ya que actualmente ha tenido acciones exitosas de restauración, el cual se define como la presencia de una planta, generalmente un arbusto, que crea condiciones favorables bajo su copa para el establecimiento de otras especies vegetales, aunado a esto, otras plántulas que comienzan a crecer bajo la protección de la planta nodriza crean con el tiempo condiciones favorables. En algunos casos, debajo de estos arbustos se deposita hojarasca y nutrimentos que facilitan el desarrollo de las plántulas. Además, gracias a la sombra que provee el arbusto, se reduce la temperatura y la evaporación del agua del suelo debajo de su copa. Por todas estas ventajas, el nodricismo ha probado ser un mecanismo útil para la restauración de la vegetación.

La vegetación arbustiva contribuye a frenar el desgaste del relieve en estos ambientes. Por un lado el follaje y la hojarasca de los arbustos reducen la velocidad y, por consiguiente, las gotas que impactan el suelo lo hacen con menos violencia. Por otro lado, el tronco y las raíces disminuyen la capacidad de remoción del suelo, y el agua que escurre lo hace a menor velocidad y así arrastra una menor cantidad de partículas. La vegetación también reduce el potencial erosivo del viento (Espinoza *et al.*, 1988).

El nodricismo representa una de las opciones en la rehabilitación de pastizales deteriorados, aunado a la orientación geográfica y al abono, por lo cual en este estudio se trabajó con *Flourensia cernua*, como planta nodriza, ya que se podrá observar a

través de los resultados si produce algún efecto para recuperar aquellas áreas que han sido sometidas a un mal manejo y, de igual manera poder rescatar en gran parte los ecosistemas.

Palabras clave: nodricismo, rehabilitación agroecológica, islas de fertilidad, revegetación, restauración, reforestación.

Objetivo General

Evaluar a *Flourensia cernua* como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales.

Objetivos Específicos

Evaluar la sobrevivencia de arbustos forrajeros, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.

Evaluar el crecimiento de arbustos forrajeros, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.

Evaluar la cobertura aérea de arbustos forrajeros, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.

Evaluar fitomasa aérea de arbustos forrajeros, con y sin nodriza, al final del año.

Evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la especie nodriza en la sobrevivencia de arbustos forrajeros.

Evaluar el efecto del abono de borrego en la sobrevivencia de arbustos forrajeros, contra los que no se les aplicó.

Hipótesis

Ho. Al evaluar la sobrevivencia de arbustos forrajeros con nodriza, en las cuatro estaciones del año, será mayor el número de plantas comparado con el testigo.

Ho. Al evaluar el crecimiento de arbustos forrajeros con nodriza, en las cuatro estaciones del año, será mayor comparado con el testigo.

Ho. Al evaluar la cobertura aérea de arbustos forrajeros con nodriza, en las cuatro estaciones del año, será mayor comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar fitomasa aérea en los arbustos forrajeros con nodriza, al final del año, será mayor comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la especie nodriza, tendrá mayor efecto sobre la sobrevivencia de los arbustos forrajeros, que el testigo.

Ho. Al evaluar el efecto del abono de borrego en la sobrevivencia de arbustos forrajeros, será mayor comparado con los que no se les aplicó.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Definición de Términos

Nodricismo:

El nodricismo es la relación que existe entre una planta, generalmente un arbusto, y otras que crecen o se desarrollan bajo su sombra, en la cual esta relación va a favorecer el establecimiento de plántulas, ya que este arbusto proveerá un ambiente adecuado como disponibilidad de nutrimentos y humedad (Turner *et al.*, 1966; Steenbergh y Lowe, 1969; Franco y Nobel, 1989; Valiente, 1991; Flores y Briones, 1994).

Según Flores (2002), Flores *et al.* (2002), Ávila (2003), Niño (2004) y León *et al.* (2010) opinan que el establecimiento de arbustos son de importancia vital, ya que la mayoría de las especies arbustivas desempeñan un papel importante para mantener el equilibrio ecológico y además proporcionan recursos forrajeros para los animales.

Las plantas nodriza dan protección y recursos a las plántulas de otras especies que se encuentran en un ambiente difícil, para que éstas crezcan lo suficiente y puedan enfrentar las condiciones del medio (Cavieres *et al.*, 2006). Cuando las plántulas se encuentran bajo la sombra de una planta nodriza las temperaturas del aire y del suelo son menos extremas y, la humedad de la superficie del suelo tiende a permanecer a menor profundidad (Callaway y Pugnaire, 1999).

Barker y Bryson (2006), mencionan que cuando algunas plantas son ayudadas por otras especies, su crecimiento es un indicador de los efectos de la especie nodriza y tal crecimiento puede deberse a una mayor concentración de nutrimentos, ya que bajo su dosel, contienen nutrimentos, humedad, incluyendo nitrógeno; por lo que el N forma parte de los aminoácidos y proteínas de la clorofila y participa en los procesos enzimáticos.

Myers (1992) cita que los arbustos como plantas nodriza ayudan a rebajar las condiciones desecantes y aumentan la supervivencia. Rousset y Lepart (2000)

encontraron mayor germinación bajo el dosel de arbustos, con respecto a las áreas abiertas, lo que sugiere que el mecanismo de facilitación está relacionado con los cambios en el microclima ocasionado por los arbustos.

López (2008) y León *et al.* (2008) citan que la plantación de los arbustos bajo el dosel de la planta nodriza se debe realizar en las orientaciones Noreste (NE) y Sureste (SE), para lograr una buena revegetación de áreas degradadas y que las especies mejor establecidas fueron el maguey manso, el maguey áspero y el nopal rastrero.

Por su parte, Helgerson (1990) menciona que la sombra de arbustos puede facilitar el establecimiento de plántulas durante las temporadas de sequía, por proveer mayor humedad y temperatura más fresca. De igual manera, Castro *et al.* (2002) mencionan que hay mayor supervivencia de especies cuando se encuentran bajo el dosel del arbusto y, que es menor la supervivencia en áreas abiertas.

Barker y Bryson (2006) señalan que hay mayor crecimiento de especies cuando han sido plantadas bajo el dosel de la planta nodriza. Ramírez y Rodríguez (2003) muestran que en una plantación realizada, obtuvieron mayor incremento en altura, con respecto a las especies que no contaban con alguna protección. Estos mismos autores determinan que las especies tolerantes pueden tener mayor crecimiento bajo sombra y, las intolerantes mayor crecimiento cuando cuentan con más radiación solar. Pero también se relacionan con la reducción de extrema temperatura, disponibilidad de agua y nutrimentos.

Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) reportaron que *Larrea tridentata* como planta nodriza tiene efecto positivo al establecer arbustos forrajeros bajo su dosel ya que existe una mayor sobrevivencia de las especies plantadas.

De acuerdo a Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), la utilización de la gobernadora (*Larrea tridentata*) como nodriza tiene influencia positiva al establecer plantas bajo su dosel y que eso se debe porque las protege contra las condiciones del medio ambiente y además porque se forman las islas de fertilidad.

Existe evidencia científica que diversos factores limitan el establecimiento de plantas en las zonas áridas, ya que en estas zonas contemplan una alta radiación solar, la cual tiene importantes consecuencias en la pérdida de agua. Por lo que las plantas que se encuentran en lugares donde la radiación es alta, prefieren establecerse bajo la protección de plantas nodrizas, las cuales les proporcionan un microclima mejor que el de áreas abiertas (Briones, 1992).

Islas de Fertilidad:

Las islas de fertilidad en zonas áridas y semiáridas son un tipo especial de manchón de vegetación que comprenden uno o varios individuos de una o varias especies y que generalmente se forman bajo el dosel de árboles y arbustos, con suelos que contienen mayor humedad, nutrimentos, incluyendo el nitrógeno disponible y el microclima, en comparación con los que se encuentran en espacios o zonas abiertas (García y Mckell 1970; Virginia y Jarrel, 1983; Schlesinger *et al.*, 1990; Pugnaire *et al.*, 1996; Stubbs y Pyke, 2005).

Garner y Steinberger (1989) explican que en las comunidades del desierto se lleva a cabo la formación de islas de fertilidad, así como la acumulación de residuos en las plantas, favoreciendo a las comunidades microbianas.

Schlesinger y Pilmanis (1998) mencionan que las islas de fertilidad en ecosistemas desérticos también son favorecidas por el movimiento de agua a través de procesos físicos y biológicos.

Altunar (2013) y León *et al.* (2013) citan que en las zonas áridas la plantación se debe realizar en los sitios seguros, de los cuales son las islas de fertilidad que generan las plantas que ya están establecidas.

Carrillo *et al.* (2000) reportan que la concentración de Carbono y Nitrógeno que se encuentran en las islas de fertilidad se debe en gran parte a la materia orgánica disponible en el suelo, ya sea por medio de la hojarasca o por la biomasa radical. A diferencia de las que se encuentran en espacios abiertos, las islas de fertilidad son áreas en donde se encuentra mayor disponibilidad de Carbón, esto es porque se

presentan condiciones microclimáticas en donde se promueve la descomposición de materia orgánica favoreciendo el crecimiento de las poblaciones microbianas y la mineralización de Nitrógeno y a la vez, la disponibilidad de amonio en el suelo. A diferencia de otras zonas áridas donde el nitrato es la principal forma de Nitrógeno disponible (Virginia y Jarrel 1983).

Gutiérrez y Whitford (1987), Fisher y Binkley (2000) y Vitousek (2004) determinaron que la productividad vegetal se lleva a cabo a través de la disponibilidad de Nitrógeno presente en el suelo y, que en los desiertos esto sólo ocurre cuando hay presencia de agua.

Grime (1979) comenta que las especies vegetales que se encuentran en una misma región climática varían principalmente por los diferentes tipos de fertilidad de suelo. Perroni y Matías (2006) reportan que la productividad vegetal está relacionada con la disponibilidad y velocidad de producción de nutrimentos en el suelo.

Zonas Áridas y Semiáridas:

La Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) definió zonas áridas como aquellas regiones en donde se presenta una precipitación pluvial menor de 350 mm por año y con distribución errática. En donde la temperatura media anual en estas áreas oscilan entre 15 y 26° C y regularmente cuenta con ocho a 12 meses de sequía; su cubierta vegetal es menor al 70 por ciento, integrada por especies xerófitas. Así mismo, también denominó a las zonas semiáridas como aquellas regiones en donde la precipitación pluvial es de 350 a 600 mm anuales, con seis u ocho meses de sequía, con temperaturas que van de 18 a 24° C, con una cubierta vegetal mayor al 70 por ciento, principalmente de matorrales y pastizales (Jaramillo, 1994).

Las zonas áridas y semiáridas de México se encuentran distribuidas principalmente en las partes bajas de Sonora, Baja California, Baja California Sur y en el centro del norte del país y en porciones de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Durango y Tamaulipas. Cabe mencionar que al centro y sur del país también se

encuentran algunas áreas con condiciones semiáridas tales como los estados de Querétaro, Hidalgo, Puebla, Oaxaca y Guerrero (Maldonado, 1991).

La Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA, 1994) cita que las zonas áridas y semiáridas, son regiones en donde las temperaturas van de los 0° C a los 16° C como mínimas absolutas y, las temperaturas máximas oscilan de los 38° C a los 49° C. Los tipos de vegetación que se desarrollan en estos climas básicamente son los pastizales, matorrales y bosques bajos, principalmente espinosos como los mezquites.

Rzedowski (1991) determinó que la vegetación de las zonas áridas de México se encuentran dominadas por diferentes tipos de arbustos y pastizales, principalmente en áreas en donde los ambientes son semiáridos a templados. Estas especies vegetales se encuentran distribuidas en una superficie mayor del 50 por ciento del territorio nacional y se estima que están representadas por unas seis mil especies.

Desertificación:

Se refiere a la disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra, que como consecuencia puede ocasionar en definitiva condiciones de tipo desértico. Por lo que el deterioro generalizado de los ecosistemas ha reducido el potencial biológico, es decir, la producción vegetal y animal.

Las regiones más descuidadas han sido las zonas áridas y semiáridas, ya que han servido como áreas de pastoreo y apacentamiento. Esto ha resultado que al practicar esta actividad de forma irracional una gran parte de esta región se encuentre fuertemente desertificada.

Las causas por las que muchas áreas del semidesierto mexicano estén desertificadas y se encuentren sin su vegetación natural de estepas (pastizales y matorrales), son por terrenos sobrecargados, mala distribución del ganado como consecuencia de la escasez de aguajes, falta de potreros cercados, carencia de un programa de descanso de los potreros y la deforestación. Esto ha traído variaciones climáticas como baja

humedad del suelo, patrones de precipitación cambiantes y evaporación elevada (Velasco, 1991; UNCCD y Zoi, 2011).

Rehabilitación agroecológica y Reforestación:

La rehabilitación se refiere a realizar cualquier intento por producir o recuperar elementos de un ecosistema que ha sufrido una alteración y, que se intenta completar un mejoramiento alternativo para regresar ese ecosistema degradado a una condición parecida a su sistema original (Meffe y Carrol, 1994; Richards *et al.*, 1998).

El concepto de rehabilitación se refiere a cualquier acto de mejoramiento de un área degradada, pero que no se espera a que esta área regrese a su estado original, tal y como sucede cuando se habla de restauración (Urbanka *et al.*, 1997).

La FAO (2003) define rehabilitación como el proceso de recuperar un ecosistema con el fin de volver a proporcionar los bienes y servicios que anteriormente tenía, sin embargo, el ecosistema que ha sido rehabilitado no es el mismo de como era antes de ser degradado. Esto nos quiere decir que al hacer una rehabilitación se intenta recuperar la productividad del área, pero no la estructura original.

Walter (1998) menciona que las actividades humanas que interfieren en el manejo de los recursos naturales y ambientales repercuten en los componentes y funciones de los ecosistemas, por lo que se deben de tomar medidas de conservación para prevenir efectos sobre los ecosistemas y los recursos.

FISRWG (1998) y Márquez (1999) señalan algunos aspectos básicos para resolver problemas de rehabilitación para cada ecosistema, los cuales consisten en identificar y terminar con los factores que provocan la degradación, también efectuar una descripción detallada de las especies en los lugares mejor conservados del ecosistema, por último, se identifiquen ciertas características indicadoras de recuperación del ecosistema.

Restauración:

La restauración se refiere a la manipulación de procesos naturales de la sucesión ecológica para crear ecosistemas nativos de autorregulación tal como existía antes de ser deteriorados (Richards *et al.*, 1998).

La FAO (2003) define restauración como el proceso de restablecimiento de funciones, estructuras y composiciones similares con la que contaba el área original que se encuentra degradada.

Benayas y Escudero (2009) presentaron publicaciones de restauración de ecosistemas de todos los continentes, por lo que la restauración ecológica mostró un aumento en los resultados de la biodiversidad en un 44 por ciento y los servicios ecosistemáticos en un 25 por ciento. De este modo concluyeron que la restauración ecológica ofrece soluciones en la conservación de la biodiversidad. Este análisis permitió determinar si las acciones de restauración de cada ecosistema permitían la mejora de la biodiversidad, el cual mostró que los mejores resultados de restauración de ecosistemas son en los países tropicales.

Vegetación:

Rzedowski (1978) define vegetación como el conjunto de plantas y comunidades bióticas que habitan en una región.

La Ley Forestal (1998) y GGF (1999) consideran vegetación al conjunto de plantas arbóreas y arbustos, que crecen de forma natural formando, bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.

Importancia de la Vegetación

La SEMARNAT (2001) menciona que la vegetación es importante principalmente por la gran función en conservación y protección de suelos y también en el ciclo hidrológico, pero por otra parte, porque el hombre obtiene beneficios y, a través de la vegetación se genera una fuente de producción de oxígeno y recreación. Así mismo, la vegetación en

la actualidad es una de las fuentes de bienes y servicios por el ecoturismo, pero que ahora está adquiriendo relevancia conforme van disminuyendo los recursos a nivel mundial.

Revegetación:

Garza (1985) considera como revegetación al incremento de los factores de densidad, cobertura, calidad y cantidad de un sistema, basados en la sucesión secundaria.

Rubio (2005) definió la revegetación 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. Para Westoby *et al.* (1989) y Bradshaw (1997) es una forma de restauración que intenta restablecer y cambiar la composición de la vegetación actual, llevándola a un estado lo más parecido posible al que existía anteriormente o a un estado más deseable.

Villiers *et al.* (2001) y Carric y Kruger (2006) mencionan que las prácticas de revegetación con especies nativas tienden a ser una comunidad parecida a la natural, la cual consideran como satisfactorio alcanzar al menos el 60 por ciento de especies originales como meta para una restauración.

Según Johnson y Bradshaw (1979) y Kageyama (1992) las especies nativas que se establecen en las zonas alteradas son importantes para planificar una revegetación exitosa, ya que estas especies son parte del área natural bajo las nuevas condiciones que se presentan luego de su perturbación.

Guevara *et al.* (1992) indican que para la revegetación, la selección de especies arbóreas se debe tomar en consideración las especies pioneras con crecimiento rápido y productoras de sombra, seguida por las especies secundarias iniciales de crecimiento lento y, finalmente las especies secundarias tardías de crecimiento muy lento de carácter permanente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

Ubicación:

Este trabajo de campo se realizó en el Rancho Ganadero Experimental **Los Ángeles**, situado al sureste del estado de Coahuila a 48 km del municipio de Saltillo, Coahuila, México; propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se encuentra entre las coordenadas 25° 04' y 25° 08' latitud Norte y 100° 58' y 101° 03' longitud Oeste, con elevaciones que van de los 2050 m en los valles hasta 2400 m en la parte alta de la sierra (Orta, 1988; Vázquez, 2011). Dentro del rancho se trabajó en el potrero número 11, a 2080 msnm (Google Earth, 2015) (Fig. 1).

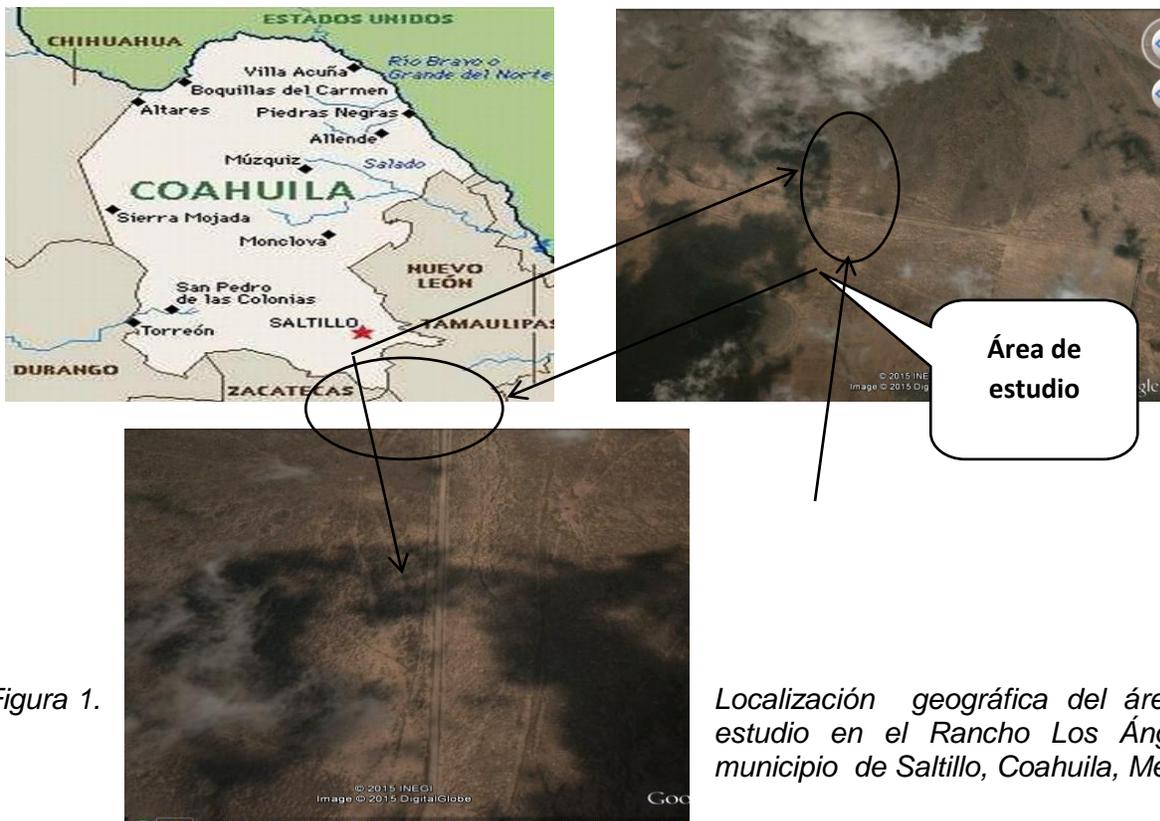


Figura 1.

Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Clima:

De acuerdo con la clasificación climática Köeppen modificada por García (1988), el clima del Rancho Los Ángeles presenta la formula climática BSokw (e'), donde BSo indica que es de los más seco de este grupo, con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9 (la precipitación expresada en milímetros y la temperatura en grados Celsius). La letra k se refiere al régimen de temperatura donde el clima templado con verano cálido pero a la vez extremoso (e') con oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales entre siete y 14° C. La letra w indica que se cuenta con dos temporadas de lluvia durante el año, la primera de mayo a octubre que representa el 86.7 por ciento de total anual y la segunda, de noviembre a abril, estas son las lluvias ligeras y rocío que representa el 13.3 por ciento de la precipitación total (García, 1988; Orta, 1988; Vázquez, 2011). Vázquez *et al.* (1989) citan que la precipitación pluvial promedio anual de 1984 a 1989 fue de 299 mm.

Topografía:

El Rancho Experimental cuenta con tres tipos de relieve: valles, sierras medianas de cima angosta y lomeríos bajos de cima redonda (Orta, 1988; Vázquez, 2011).

Suelo:

En el Rancho Los Ángeles se observan suelos de color oscuro a café rojizo, ricos en materia orgánica que cambian de acuerdo a su topografía, también se encuentran suelos muy uniformes con textura de franco-arcillosa a franca, los suelos son erosionados debido a fuertes pendientes y poca vegetación, de manera que se puede presentar un suelo de capa delgada con afloramiento rocoso de color claro-oscuro con gran cantidad de rocas (Orta, 1988; Vázquez, 2011). Los predominantes son Sierosem, Chesnut y Chernosem de origen aluvial, coluvial e *in-situ*, de profundidad somera (0 a 25 cm) a profunda (> a 50 cm). El drenaje es de bueno a regular con aparición de calizas o roca madre en su mayor profundidad. La consistencia es de suave a ligeramente dura y pedregosidad de 0 a 35 por ciento y rocosidad de 0 a 50 por ciento. El pH varía de 6.8 a 9.2 (López, 1989).

Vegetación:

La vegetación del Rancho Los Ángeles está integrada por 12 tipos, los cuales se citan a continuación (Pérez, 2012).

- 1.-Bosque Aciculifolio de Pino Piñonero (*Pinus cembroides*).
- 2.-Bosque Rosetófilo de Palma Samandoca (*Yucca carnerosana* o *Yucca faxoniana*).
- 3.-Matorral Cilindrocaule Espinoso de Coyonoxtle (o Coyonoztle) (*Cylindropuntia imbricata*).
- 4.-Matorral Esclerófilo de Charrasquillo (*Quercus intricata*).
- 5.-Matorral Esclerófilo de Encinillo (*Quercus pringlei*).
- 6.-Matorral Parvifolio Inerme de Hojasén (*Flourensia cernua*).
- 7.-Matorral Rosetófilo de Lechuguilla (*Agave lechuguilla*).
- 8.-Matorral Rosetófilo de Sotol (*Dasyilirion palmeri*).
- 9.-Pastizal Amacollado de Zacate Tres Barbas Perenne (*Aristida curvifolia*).
- 10.-Pastizal Mediano Abierto de Zacate Aparejo (*Muhlenbergia repens*) con perrito llanero.
- 11.-Pastizal Mediano Abierto de Zacate Aparejo (*Muhlenbergia repens*) sin perrito llanero.
- 12.-Pastizal Mediano Abierto de Zacate Banderita Premier (*Bouteloua curtipendula* var. *premier*).

Materiales

Para llevar a cabo el estudio se utilizó como planta nodriza al hojasén (*Flourensia cernua*) y las siete especies que se plantaron y se evaluaron fueron: costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*), maguey salmiana (*Agave salmiana*), maguey manso (*Agave atrovirens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), maguey áspero (*Agave scabra*) y, nopal rastrero (*Opuntia rastrera*).

Materiales utilizados para la toma de datos de campo y escritorio:

- Lápiz
- Libreta
- Calculadora
- Cinta métrica
- Bolsas de papel
- Vernier
- Balanza analítica
- Cámara fotográfica

Nomenclatura de los Tratamientos

La nomenclatura que se les determinó a los tratamientos es la siguiente:

T: Testigo (T)

T1: Noreste (NE)

T2: Sureste (SE)

T3: Suroeste (SO)

T4: Noroeste (NO)

A las especies se les otorgó la nomenclatura siguiente:

AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Metódica

Para llevar a cabo este trabajo, en primer lugar se determinó la especie nodriza para posteriormente establecer bajo su dosel a los arbustos en estudio. Para ello se utilizó el Punto Central de Cuadrante, teniendo como resultado al hojásén (*Flourensia cernua*) como la especie de mayor densidad. Después de eso se plantaron las siete especies de arbustos, las cuales fueron las siguientes: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave salmiana* (maguey salmiana), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave scabra* (maguey áspero) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero). Estas siete especies se establecieron en cuatro rumbos cardinales: NE, SE, SO y NO bajo el dosel de la planta nodriza (hojásén) en líneas de 10 individuos por especie.

Plantación

La fecha en la que se realizó la plantación de los arbustos fue en el mes de octubre de 2011. Se plantaron 280 individuos en 28 líneas, cada línea con 10 arbustos de una misma especie y en el mismo rumbo cardinal bajo el dosel de la planta nodriza. Como fuente de comparación se plantaron como testigo diez arbustos de cada especie en siete líneas, pero sin considerar a la planta nodriza, lo que representó 70 plantas más, teniendo 350 arbustos plantados en total.

Además, a los primeros cinco individuos en cada línea se les aplicó excremento de borrego como fuente de abono, mientras que a los otros cinco no se les aplicó. También, a cada arbusto al momento de la plantación, se le suministró un litro de agua y se le construyó un cajete para captar agua de lluvia. La Fig. 2 muestra la planta nodriza y el arbusto establecido.

Toma de Datos

Los datos de este trabajo corresponden al año 2014, se programaron y se realizaron lecturas de acuerdo a cada estación del año. Las lecturas se llevaron a cabo en las fechas siguientes:

- 24 de febrero (Invierno)
- 5 de junio (Primavera)
- 15 de agosto (Verano)
- 5 de noviembre (Otoño)

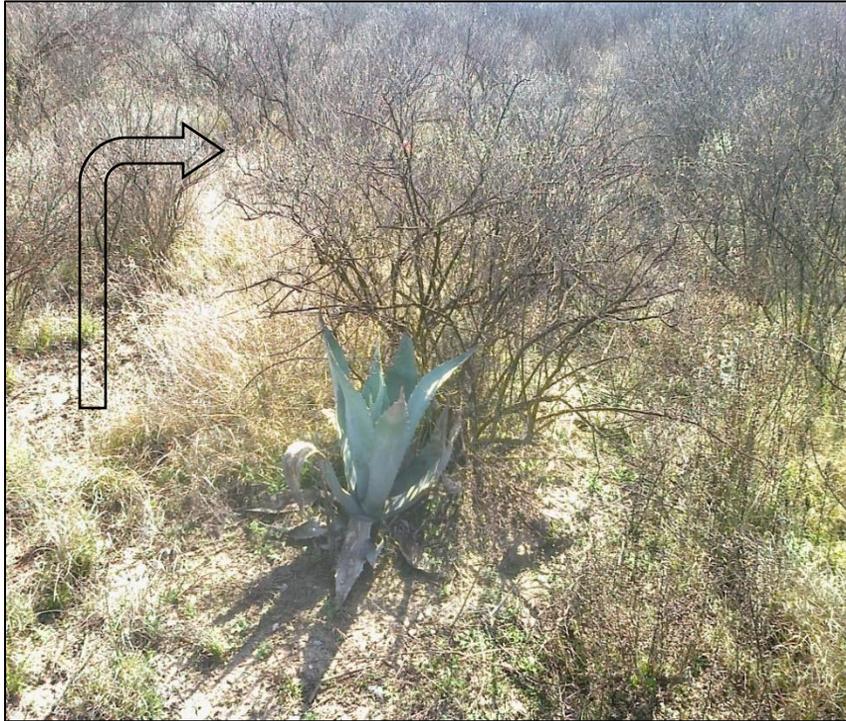


Figura 2. Planta nodriza.

Parámetros Evaluados

Los parámetros evaluados en las siete especies de arbustos fueron: sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, orientación geográfica y fitomasa aérea. Los primeros cinco parámetros se evaluaron en cada estación del año y solamente fitomasa aérea al final del año, en la estación de otoño.

Sobrevivencia

Este parámetro se determinó haciendo un conteo del número de arbustos por especie que se mantuvieron vivos durante el período de investigación, el cual fue de un año.

Cobertura Aérea

La cobertura aérea se determinó midiendo el diámetro mayor y el diámetro menor de cada especie establecida, dentro y fuera del dosel de la planta nodriza, en las cuatro estaciones del año. La fórmula utilizada para determinar cobertura aérea fue la de una elipse ($\pi * r1 * r2$).

Crecimiento

El crecimiento se determinó midiendo con un vernier el incremento del diámetro de los tallos de los arbustos, mientras que a los magueyes y al nopal se les midió el incremento de longitud de la penca, con cinta métrica (Niño, 2004), esto se efectuó en cada una de las estaciones del año.

Abono

El abono de borrego se aplicó al momento de la plantación, a los primeros cinco arbustos de cada línea y al resto no se les aplicó. El efecto del abono se determinó de acuerdo a la media del total de especies establecidas a las cuales se les aplicó excremento de borrego, como fuente de abono, contra las mismas plantas de cada especie a las que no se les aplicó abono.

Fitomasa Aérea

Este último parámetro se determinó por medio de la técnica Adelaida (Andrew *et al.*, 1979), la cual 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 cabe dentro de la planta, después se obtiene el peso seco de la muestra, en las especies de arbustos plantados dentro y fuera del dosel de la planta nodriza. Esta técnica se realizó al final del año, en la estación de otoño.

Diseño y Análisis Estadístico

Estadística Descriptiva

En la estadística descriptiva se evaluaron los parámetros de cobertura aérea, crecimiento, fitomasa aérea, sobrevivencia y efecto del abono, para ello se utilizó el programa estadístico NCSS 6.0 con el que se obtuvieron las medidas de tendencia central: media, mediana y moda (Moore, 2000). También se obtuvo la variabilidad: desviación estándar y coeficiente de variación (Corona y Tovar, 2000).

Los resultados se presentan con un análisis general para cobertura aérea y crecimiento para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno (n=1400) y; para la variable fitomasa aérea, sólo se presenta en la estación de otoño (Tablas A1 - A4).

La segunda evaluación se presenta con un análisis específico de cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea por especie, para las cuatro estaciones del año (n=700); mientras que fitomasa aérea únicamente en la estación de otoño (Tablas A5 – A8).

El tercer análisis es una comparación de medias en las cuatro estaciones del año de acuerdo a la orientación geográfica para todas las especies y también para cada una de las especies. Y el último análisis se presenta para el efecto del abono sobre el establecimiento de las especies, realizando una comparación en las cuatro estaciones del año.

Estadística Comparativa

Para la estadística comparativa se utilizó el criterio de decisión de t - Student, en el cual se realizaron las pruebas de comparación entre tratamientos. Esto fue utilizado como prueba de rango múltiple con el fin de conocer las significancias ($\neq < >$) entre tratamientos. Los resultados se presentan en tablas, por lo que se comparan las medias de los tratamientos con el testigo para cada orientación (NE, SE, SO y NO) y para las cuatro estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño) para las variables de cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm). Para fitomasa aérea (g) solamente para la estación de otoño (Tablas 5 - 8).

Después se calcularon los porcentajes de sobrevivencia de cada una de las especies, utilizando la estadística no comparativa, esto se realizó únicamente al final del año, en la estación de otoño (Tablas 9 - 12). Los datos se presentan para cada orientación (NE,

SE, SO y NO) y por último en la Tabla 13 se presenta una comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo (Estrada, 2006).

Estadística Correlacional

Para la estadística correlacional se utilizó el NCSS 6.0 Matrix, con el cual se efectuó una correlación lineal y con ello se observó el grado de relación que hay entre las variables que se encuentran en estudio (Spiegel y Stephens, 2002).

Estadística Integral

Análisis de Factores

Para este análisis se utilizó una tabla con factores y el programa estadístico STATISTICA 8.0, cuyo propósito principal es integrar las variables en estudio para concluir cual es la más importante y que sea representativa de acuerdo a las significancias, también, la relación que se presenta con las demás, para poder inferir el comportamiento de la población de manera general.

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Efecto de la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta Nodriza.

Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.

Cobertura aérea de todas las especies:

En la Fig. 3 (Tabla A1) se puede observar que la exposición que presentó mayor cobertura, en base al testigo, es la NE en una proporción de 2.12 veces más. La exposición SE superó al testigo por 1.35 veces. La exposición SO presentó 1.27 más cobertura que el testigo y por último la exposición NO superó al testigo con 1.09 veces más.

De acuerdo a lo siguiente, las exposiciones que presentaron mejor resultado bajo el dosel de la planta nodriza, para la cobertura en la estación de invierno, fueron la NE y la SE.

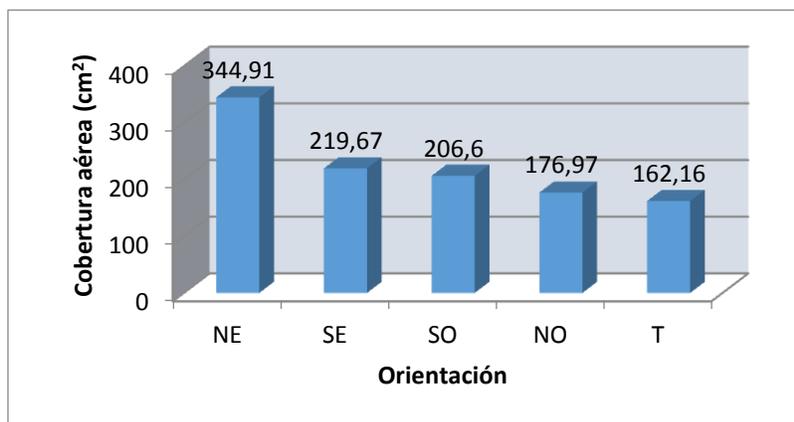


Figura 3. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Crecimiento de todas las especies:

La orientación que presentó mayor crecimiento en comparación con el testigo fue la NE con una diferencia de 1.32 veces más. Las exposiciones SE, SO y NO fueron inferiores en base al testigo en 1.05, 1.17 y 1.56 veces (Fig. 4; Tabla A1).

Con estos resultados, la orientación más favorable bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable crecimiento en la estación de invierno, fue la NE.

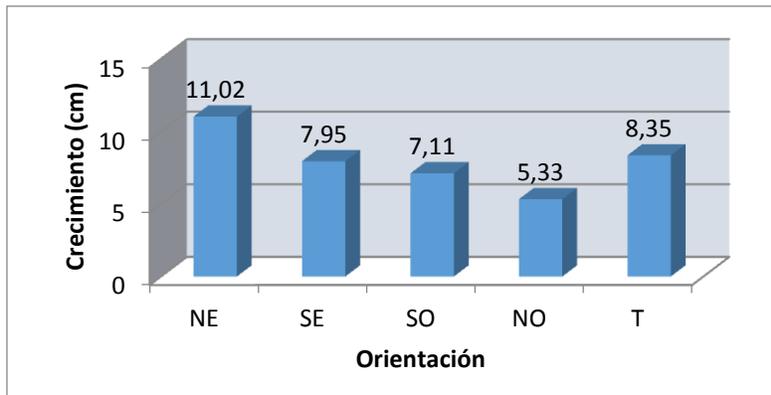


Figura 4. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014.

Cobertura aérea de todas las especies:

La Fig. 5 (Tabla A 2) muestra que la exposición NE presentó 1.92 veces mayor cobertura que el testigo. Las exposiciones SE y SO superan al testigo con 1.14 y 1.04 veces más, mientras que la orientación NO fue inferior en 1.25 veces.

De acuerdo a lo anterior, esto nos indica que las exposiciones que presentaron mejor resultado bajo el dosel de la planta nodriza, para la cobertura en la estación de primavera, fueron la NE y la SE.

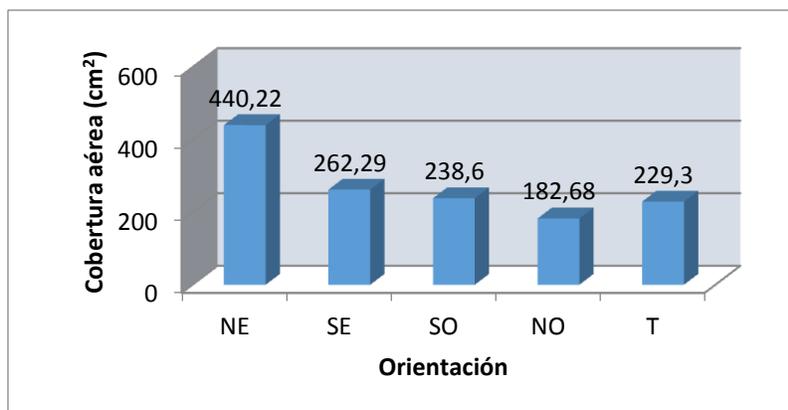


Figura 5. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Crecimiento de todas las especies:

En la Fig. 6 (Tabla A 2) se puede observar que la orientación que presentó mayor crecimiento fue la NE con 1.31 veces más en relación con el testigo. Mientras que las exposiciones SE, SO y NO fueron inferiores al testigo con 1.02, 1.06 y 1.48 veces.

La exposición más favorable bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable crecimiento, en la estación de primavera fue la NE.

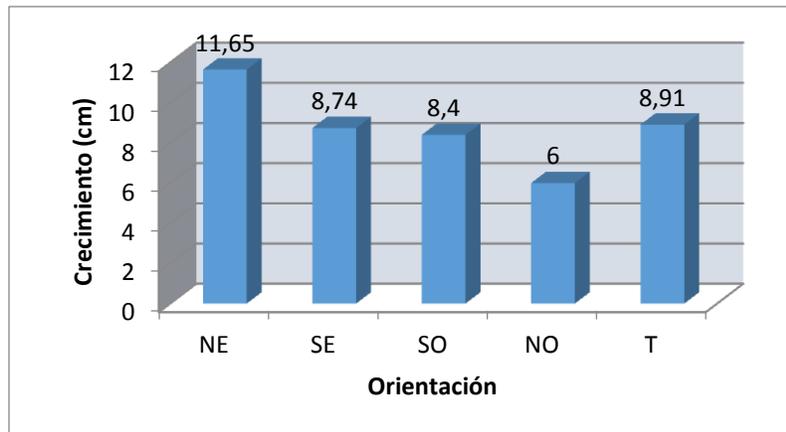


Figura 6. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014.

Cobertura aérea de todas las especies:

Para esta estación, la exposición NE presentó 1.58 veces mayor cobertura que el testigo y la orientación SE lo superó en 1.13 veces. Por lo tanto, las exposiciones SO y NO fueron inferiores al testigo en 1.1 y 1.44 veces (Fig. 7; Tabla A 3).

Por lo cual, las orientaciones que presentaron mayor cobertura aérea bajo el dosel de la planta nodriza, en la estación de verano, fueron la NE y la SE.

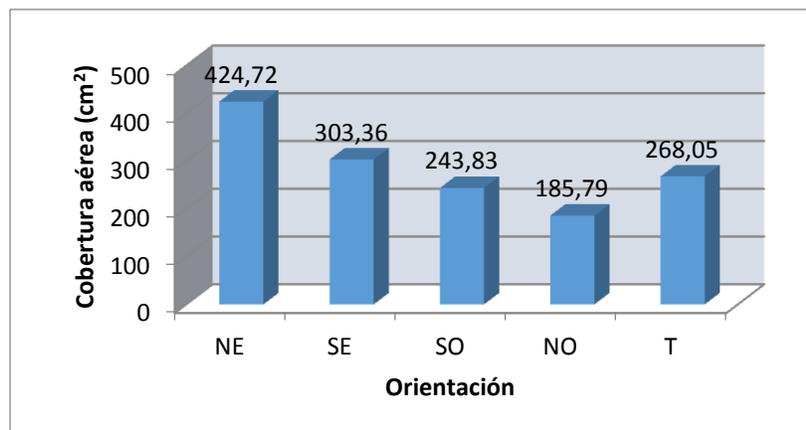


Figura 7. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Crecimiento de todas las especies:

De acuerdo a la variable crecimiento, la orientación NE presentó 1.30 veces más crecimiento que el testigo, en tanto que las exposiciones SE, SO y NO fueron inferiores a éste en 1.01, 1.06 y 1.44 veces, respectivamente (Fig. 8; Tabla A 3).

La orientación más favorable bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable crecimiento en la estación de verano, fue la NE.

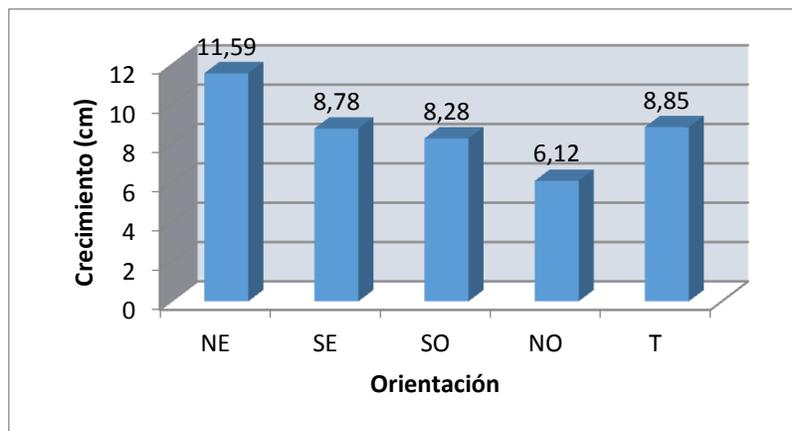


Figura 8. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Estación de Otoño, 5 de Noviembre de 2014.

Cobertura aérea de todas las especies:

En la Fig. 9 (Tabla A 4) se observa que para esta estación, la exposición NE mostró mayor cobertura aérea con 1.41 veces más que el testigo, mientras que la orientación SE también presentó mayor cobertura aérea con 1.07 veces más que el testigo. Las exposiciones SO y NO mostraron ser inferiores con 1.30 y 1.82 veces en relación al testigo.

Con estos resultados podemos ver que las orientaciones NE y SE presentaron una cobertura aérea con mejores resultados, bajo el dosel de la planta nodriza, en la estación de otoño.

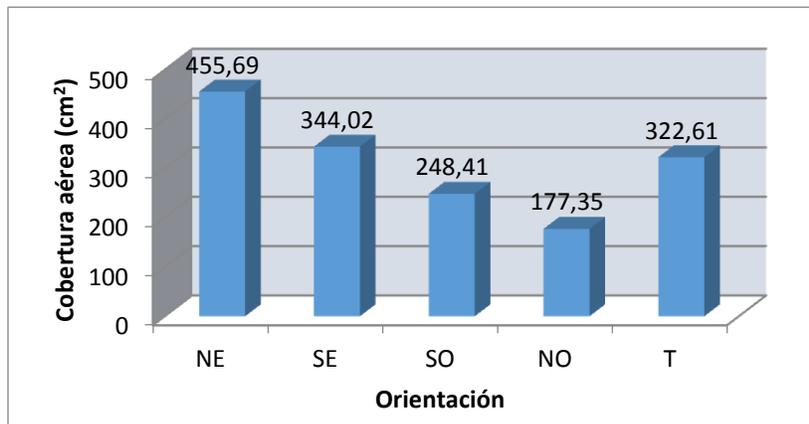


Figura 9. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Crecimiento de todas las especies:

El mejor crecimiento se obtuvo en la exposición NE, siendo 1.25 veces más que el testigo. Las orientaciones SE, SO y NO fueron inferiores con 1.10, 1.08 y 1.37 veces en relación al testigo (Fig. 10; Tabla A 4).

La orientación con mejor resultado bajo el dosel de la planta nodriza en la variable crecimiento, en la estación de otoño, fue la NE.

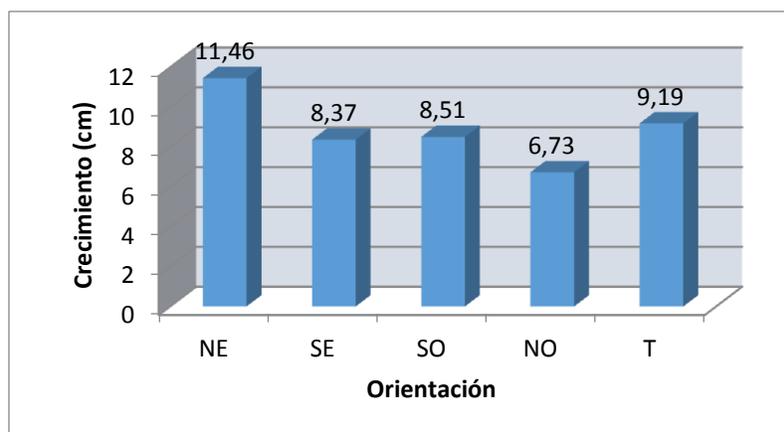


Figura 10. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Fitomasa aérea de todas las especies:

En la Fig. 11 (Tabla A 4) se puede observar que para fitomasa aérea, las orientaciones NE, SE y SO fueron 1.68, 1.31 y 1.15 veces más que el testigo y, la orientación NO fue inferior a éste por 1.77 veces.

En la variable fitomasa aérea las orientaciones con mejor resultado bajo el dosel de la planta nodriza fueron la NE y la SE, al final del año (otoño).

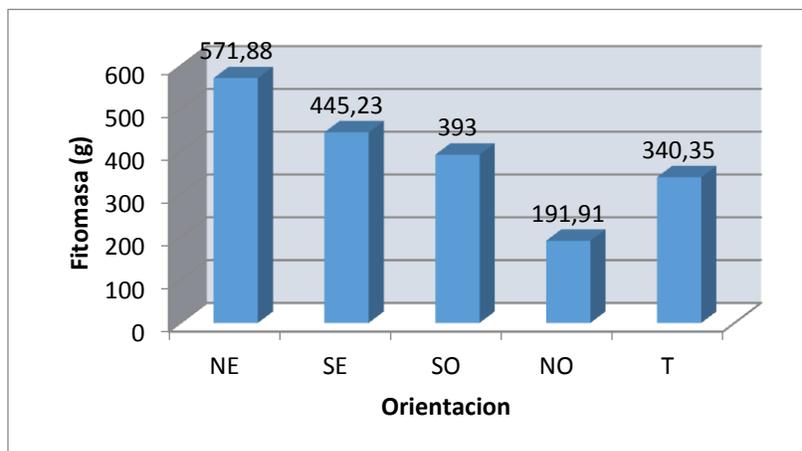


Figura 11. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Cobertura Aérea y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones del Año

Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.

De acuerdo a las medias de la Fig. 12 (Tabla A 5), las especies que obtuvieron mayor **cobertura aérea** en esta estación fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR), mientras que *Prosopis glandulosa* (PG) presentó resultados muy bajos. Las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA), no lograron sobrevivir.

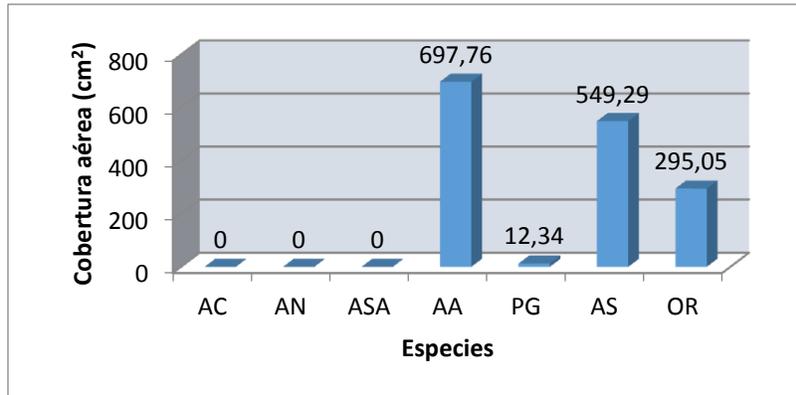


Figura 12. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Para la variable **crecimiento** Fig. 13 (Tabla A 5), se observa que *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS), presentaron los mejores resultados y *Prosopis glandulosa* (PG) tuvo muy poco crecimiento. Por otro lado, *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron.

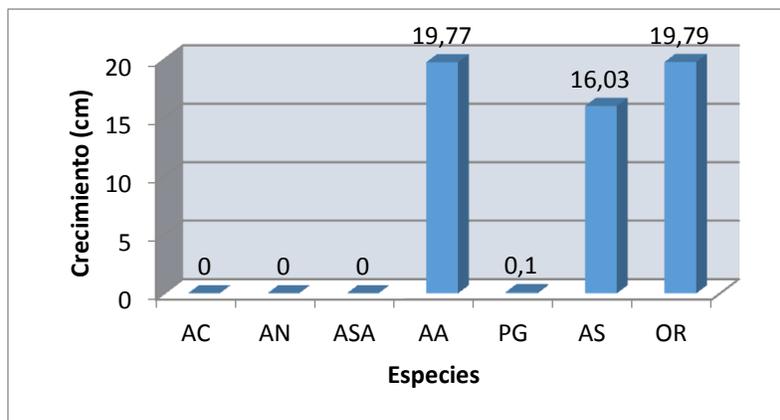


Figura 13. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014.

En la Fig. 14 (Tabla A 6) se aprecia que la especie con mayor **cobertura aérea** fue *Agave atrovirens* (AA), seguida de *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS), lo cual

indica que fueron superiores a las demás. Solamente *Prosopis glandulosa* (PG) mostró un resultado muy bajo, mientras que *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron.

En esta estación de primavera se puede señalar que la especie *Opuntia rastrera* (OR) superó en cobertura a *Agave scabra* (AS).

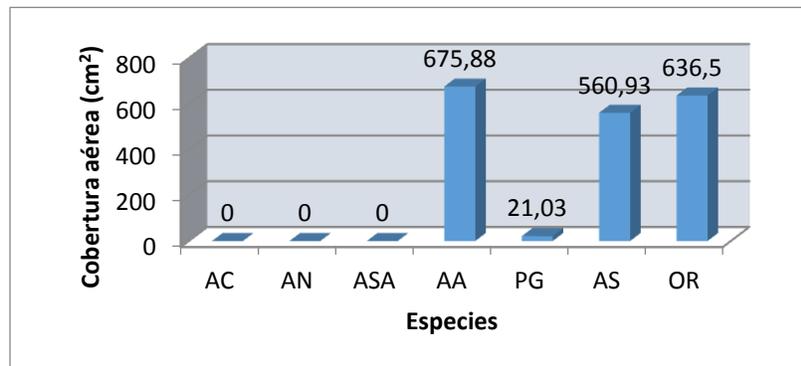


Figura 14. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Las especies que presentaron mayor **crecimiento** en la estación de primavera (Fig. 15; Tabla A 6), fueron *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS). *Prosopis glandulosa* (PG) mostró un crecimiento bajo, mientras que las otras tres especies, *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron.

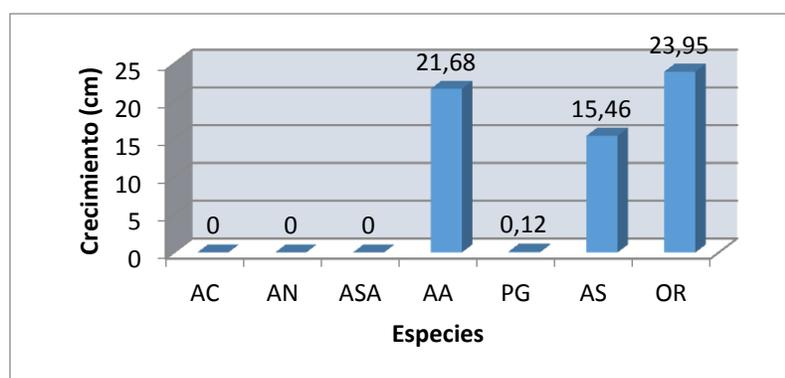


Figura 15. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014.

Para esta estación las especies que registraron mayor **cobertura aérea** fueron *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS). *Prosopis glandulosa* (PG)

sigue presentando una cobertura baja en comparación con las demás especies y, *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron (Fig. 16; Tabla A 7).

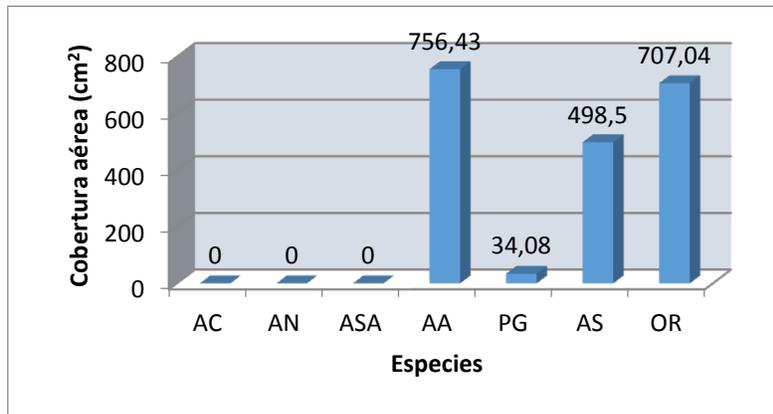


Figura 16. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Para la variable **crecimiento**, *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS) siguen siendo las más significativas. *Prosopis glandulosa* (PG) continúa teniendo crecimiento bajo y, las otras tres especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) con sobrevivencia nula (Fig. 17; Tabla A 7).

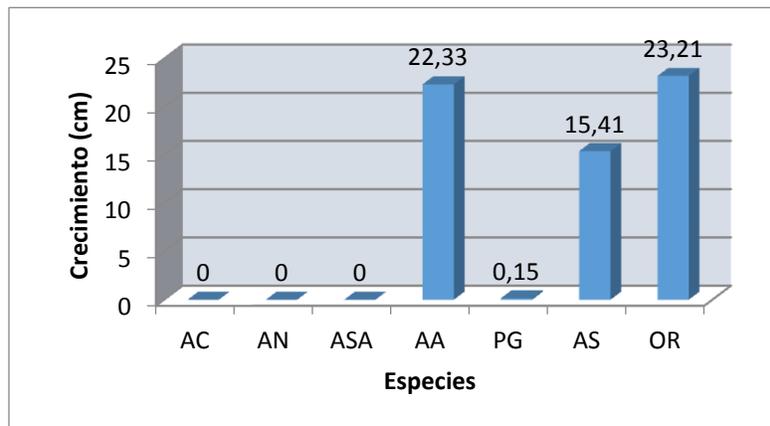
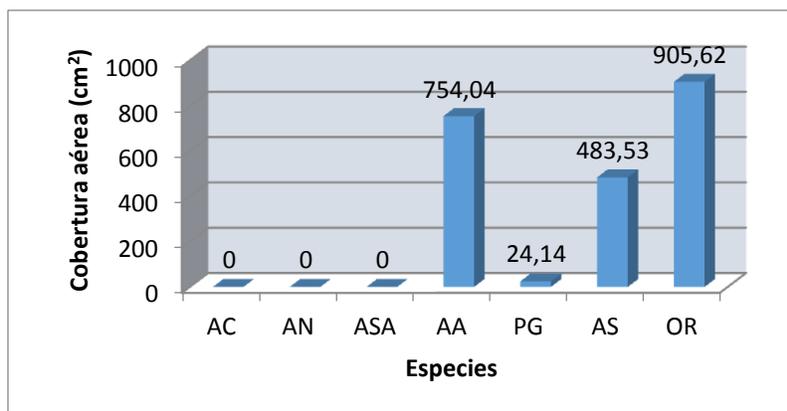


Figura 17. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

**Estación de
Noviembre**
En la última



**Otoño, 5 de
de 2014.**
estación del

año, *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS), fueron las especies con mejor **cobertura aérea** (Fig. 18; Tabla A 8). Lo cual nos indica que estas especies resisten fuertemente las sequías y se adaptan fácilmente, ya que los resultados demuestran incremento tanto en cobertura aérea como en crecimiento. *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA), sin sobrevivencia.

Figura 18. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

En la variable **crecimiento**, *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS), fueron las especies que sobresalieron más en comparación de las demás, por lo cual fueron las que soportaron a las condiciones ambientales durante las cuatro estaciones del año. Mientras que *Prosopis glandulosa* (PG) se mantuvo viva pero con un crecimiento muy lento; el resto de las especies no prosperó (Fig. 19; Tabla A 8).

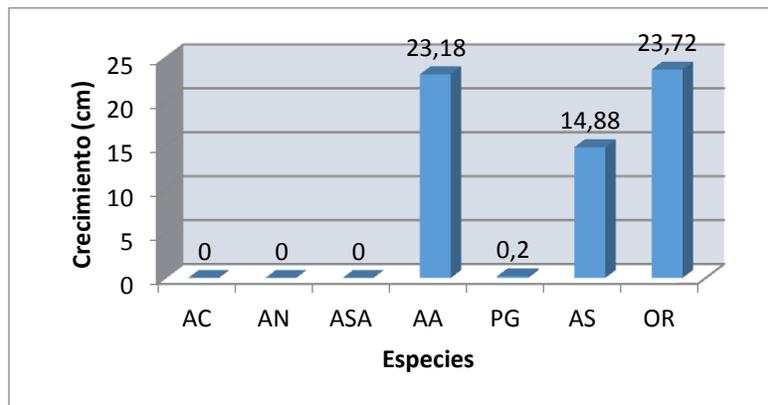


Figura 19. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año.

Solamente en la estación de otoño se evaluó **fitomasa aérea** (Fig. 20; Tabla A 8) para cada una de las especies, siendo *Opuntia rastrera* (OR), *Agave atrovirens* (AA), y *Agave scabra* (AS) las especies que obtuvieron los valores más altos. Cabe mencionar que de las cuatro especies que sobrevivieron, las tres anteriormente citadas fueron en las que se obtuvo mayor resultado tanto en cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea.

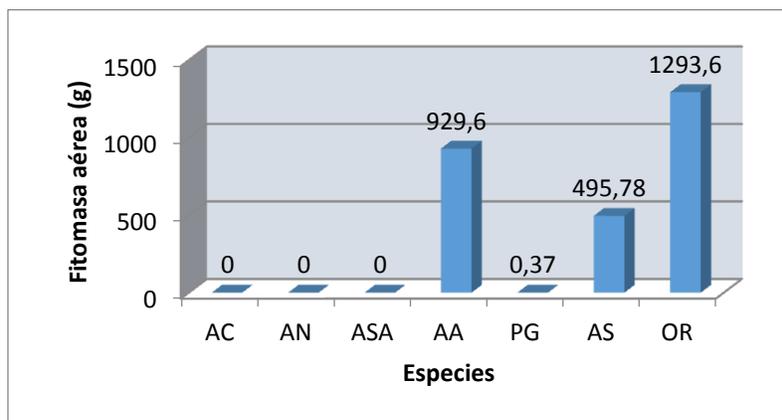


Figura 20. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) para cada una de las especies, al final del año (5 de noviembre de 2014).

Comparación de Medias en las Cuatro Estaciones del Año de Acuerdo a la Orientación Geográfica para Todas y Cada Una de las Especies.

En la Tabla 1 se observa que la orientación NE en la estación de otoño fueron las que mostraron mejor resultado en la comparación de medias de **cobertura aérea** (cm²). Sin embargo, se aprecia también que la orientación SE en la misma estación presentaron resultados favorables.

Tabla 1. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	NE	SE	SO	NO	T	\bar{x}
Invierno	344.91	219.67	206.60	176.97	162.16	222.06
Primavera	440.22	262.29	238.60	182.68	229.30	270.61
Verano	424.72	303.36	243.83	185.79	268.05	285.15

Otoño	455.69	344.02	248.41	177.35	322.61	309.61
\bar{x}	416.38	282.33	234.36	180.69	245.53	

La Tabla 2 muestra que en la comparación de medias de **crecimiento** (cm), la orientación NE en la estación de primavera presentaron los mejores resultados, seguidas de la orientación SE en el verano. Sin embargo, el testigo fue superior a esta última en el otoño.

Las medias generales de mayor cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm) se observaron en la estación de otoño.

Tabla 2. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	NE	SE	SO	NO	T	\bar{x}
Invierno	11.02	7.95	7.11	5.33	8.35	7.95
Primavera	11.65	8.74	8.40	6.00	8.91	8.74
Verano	11.59	8.78	8.28	6.12	8.85	8.72
Otoño	11.46	8.37	8.51	6.73	9.19	8.85
\bar{x}	11.43	8.46	8.07	6.04	8.82	

La Tabla 3 indica que las especies sobresalientes en la comparación de medias de **cobertura aérea** (cm²), fueron *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave atrovirens* (AA) en las estaciones de otoño y verano, respectivamente, seguidas de *Agave scabra* (AS) en primavera. Para *Prosopis glandulosa* (PG) la mejor estación fue el verano, aunque con muy escasa cobertura. En términos generales, la mejor cobertura aérea se registró en el otoño, seguida del verano.

Tabla 3. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	AA	PG	AS	OR	T	\bar{x}
Invierno	697.76	12.34	549.29	295.05	162.16	343.32
Primavera	675.88	21.03	560.93	636.50	229.30	424.72
Verano	756.43	34.08	498.50	707.04	268.05	452.82
Otoño	754.04	24.14	483.53	905.62	322.61	497.98
\bar{x}	721.02	22.89	523.06	636.05	245.53	

En la Tabla 4 se presenta la comparación de medias de **crecimiento** (cm), en la que se observa que *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave atrovirens* (AA) fueron las mejores en las estaciones de primavera y otoño, respectivamente; para *Agave scabra* (AS) fue el tercer lugar de las especies, en la estación de invierno y en *Prosopis glandulosa* (PG) el mejor crecimiento, aunque muy marginal, fue en otoño. La media general de mayor crecimiento fue en las estaciones de otoño y primavera, en ese orden.

Tabla 4. Comparación de medias de crecimiento (cm) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	AA	PG	AS	OR	T	\bar{x}
Invierno	19.77	0.10	16.03	19.79	8.35	12.80
Primavera	21.68	0.12	15.46	23.95	8.91	14.02
Verano	22.33	0.15	15.41	23.21	8.85	13.99
Otoño	23.18	0.20	14.88	23.72	9.19	14.23
\bar{x}	21.74	0.14	15.44	22.66	8.82	

Efecto del Abono sobre la Supervivencia de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.

Estación de Invierno, 24 de Febrero de 2014.

En la variable supervivencia, las especies que obtuvieron mejores resultados por el efecto del abono fueron *Prosopis glandulosa* (PG) con cinco veces más; *Opuntia rastrera* (OR) con 1.38 veces más, seguida de *Agave scabra* (AS) con 1.12 veces, comparadas con las mismas plantas a las que no se les aplicó abono. Mientras que el resto de las especies no obtuvieron efecto del abono (Fig. 21).

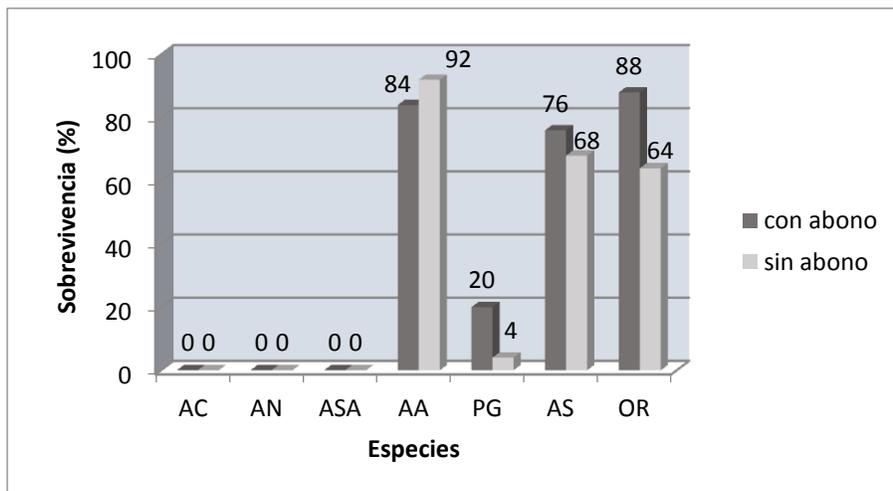
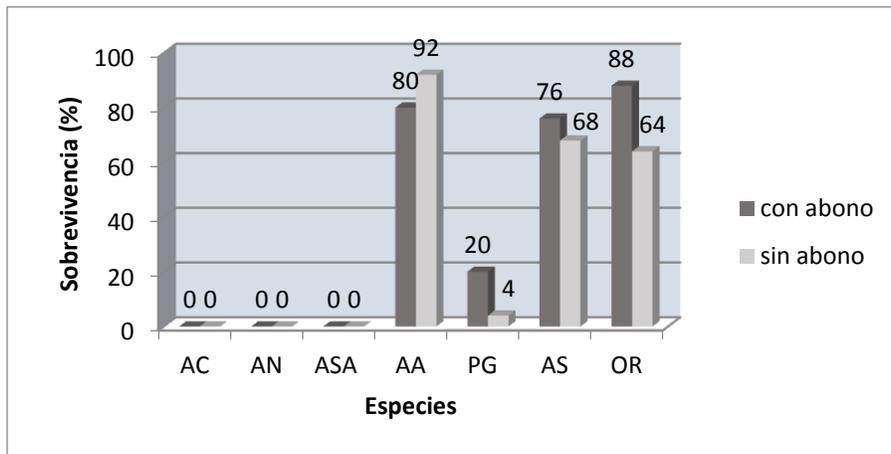


Figura 21. Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Estación de Primavera, 5 de Junio de 2014.

En esta estación del año, el efecto del abono en la sobrevivencia de las especies fue



exactamente igual al registrado en el invierno (Fig. 22).

Figura 22. Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Estación de Verano, 15 de Agosto de 2014.

En la Fig. 23 se puede observar que el efecto del abono para la sobrevivencia de las especies fue muy semejante a las estaciones de invierno y primavera, ya que benefició en primer lugar a *Prosopis glandulosa* (PG) con cinco veces más, seguida de *Opuntia rastrera* (OR) con 1.38 veces y *Agave scabra* con 1.06 veces, respectivamente. Mientras que en las demás especies el efecto del abono fue nulo en la estación de verano.

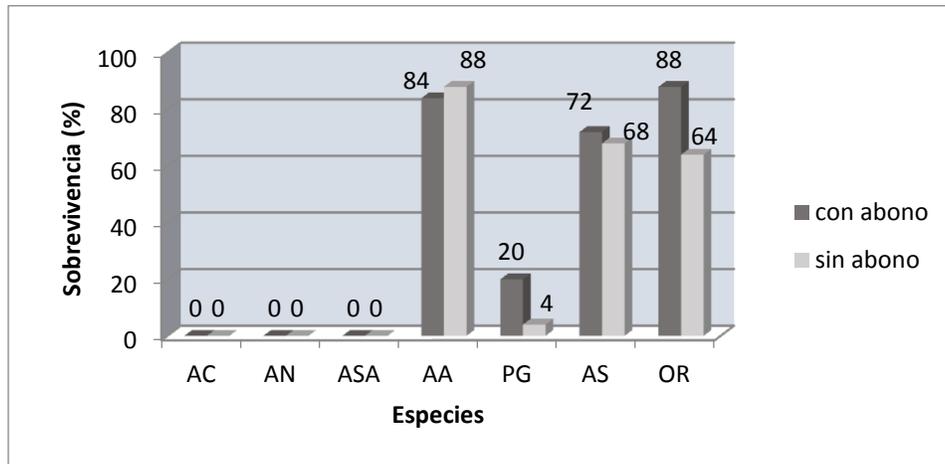


Figura 23. Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Estación de Otoño, 5 de Noviembre de 2014.

En esta última estación se puede observar que *Prosopis glandulosa* (PG) tuvo mayor efecto sobre el abono, dado que fue cinco veces más comparada a las plantas que no se les aplicó, seguida por *Opuntia rastrera* (OR) con 1.38 veces más. Mientras que *Agave scabra* (AS), al final del año, no mostró efecto del abono. En las demás especies, en las cuatro estaciones del año, no se notó efecto del abono (Fig. 24).

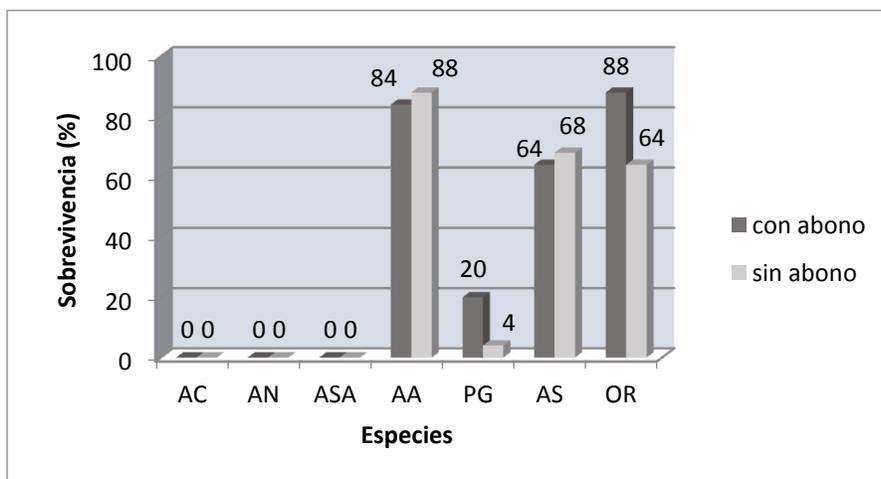


Figura 24. Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Estadística Comparativa

En la Tabla 5 se observa que en la estación de invierno, se encontró significancia ($P \leq 0.05$) para crecimiento en la orientación NO, con respecto al testigo (T), mientras que para cobertura no mostró significancia, como tampoco para ninguna de las demás orientaciones: NE, SE y SO. También se observa que en cobertura en la orientación NE, aun cuando no hay significancia estadística, es importante ecológicamente hablando ya que la media de ésta es 2.13 veces mayor que el testigo, lo que representa un resultado bueno ya que la investigación se ejecutó en el campo y la mayoría de los factores que intervinieron no fueron controlados.

Tabla 5. Comparación de medias para cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NE	70	344.91	552.49	0.991	NS
Testigo	T	70	162.16	305.32		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	11.02	15.77	0.868	NS
Testigo	T	70	8.35	12.04		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SE	70	219.67	442.92	0.813	NS
Testigo	T	70	162.16	305.32		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	7.95	12.43	0.422	NS
Testigo	T	70	8.35	12.04		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SO	70	206.60	385.48	0.774	NS
Testigo	T	70	162.16	305.32		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	7.11	10.42	0.257	NS
Testigo	T	70	8.35	12.04		

Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	176.97	479.30	0.586	NS
Testigo	T	70	162.16	305.32		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	5.33	9.94	0.053	*
Testigo	T	70	8.35	12.04		

- NS** = no significativa
***** = significativa (P≤ 0.05)
****** = altamente significativa (P≤ 0.01)
PE = probabilidad encontrada

De la comparación de medias para la estación de primavera (Tabla 6), únicamente se encontró probabilidad para crecimiento en la orientación NO a favor del testigo; en el resto de las orientaciones, ni para cobertura aérea ni para crecimiento hubo probabilidad. Se puede mencionar que en la orientación NE, la cobertura aérea, que aunque no mostró probabilidad estadística, ecológicamente si lo es, pues fue 1.91 veces mayor que el testigo.

Tabla 6. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	440.22	698.53	0.983	NS
Testigo	T	70	229.30	432.45		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	11.65	16.18	0.867	NS
Testigo	T	70	8.91	12.50		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	262.29	510.19	0.659	NS
Testigo	T	70	229.30	432.45		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.74	14.66	0.470	NS
Testigo	T	70	8.91	12.50		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	238.60	422.61	0.551	NS
Testigo	T	70	229.30	432.45		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	8.40	12.46	0.405	NS

Testigo	T	70	8.91	12.50		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	182.68	480.41	0.273	NS
Testigo	T	70	229.30	432.45		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	6.00	10.79	0.071	PE
Testigo	T	70	8.91	12.50		

- NS** = no significativa
***** = significativa ($P \leq 0.05$)
****** = altamente significativa ($P \leq 0.01$)
PE = probabilidad encontrada

En la estación de verano, como lo muestra la Tabla 7, sólo se presentó probabilidad, aunque no significativa, para crecimiento en la orientación NO a favor del testigo; para el resto de las orientaciones y parámetros evaluados, no se presentó probabilidad. Sin embargo, la variable cobertura en la orientación NE registró una diferencia de 1.58 veces mayor que el testigo, que aunque no es una diferencia estadística, si lo es desde el punto de vista ecológico.

Tabla 7. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm), en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	424.72	636.16	0.940	NS
Testigo	T	70	268.05	541.61		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	11.59	16.18	0.866	NS
Testigo	T	70	8.85	12.59		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	303.36	532.67	0.651	NS
Testigo	T	70	268.05	541.61		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.78	14.46	0.487	NS
Testigo	T	70	8.85	12.59		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	243.83	427.24	0.384	NS
Testigo	T	70	268.05	541.61		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	8.28	12.63	0.394	NS

Testigo	T	70	8.85	12.59		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	185.79	481.90	0.172	NS
Testigo	T	70	268.05	541.61		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	6.12	10.89	0.086	PE
Testigo	T	70	8.85	12.59		

- NS** = no significativa
***** = significativa ($P \leq 0.05$)
****** = altamente significativa ($P \leq 0.01$)
PE = probabilidad encontrada

En la estación de otoño (Tabla 8) se presentó significancia ($P \leq 0.05$) para fitomasa aérea en la orientación NO a favor del testigo (T), también se registró probabilidad, no estadística, pero a favor del testigo, en cobertura aérea en la misma orientación. Mientras que en las demás orientaciones geográficas no presentaron ninguna diferencia estadística para estos parámetros evaluados.

Tabla 8. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g), en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	455.69	813.87	0.855	NS
Testigo	T	70	322.61	659.10		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	11.46	15.69	0.821	NS
Testigo	T	70	9.19	13.25		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NE	70	571.88	965.20	0.950	NS
Testigo	T	70	340.35	651.49		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	344.02	741.83	0.571	NS
Testigo	T	70	322.61	659.10		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.37	14.48	0.363	NS
Testigo	T	70	9.19	13.25		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SE	70	445.23	870.20	0.789	NS
Testigo	T	70	340.35	651.49		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	248.41	455.27	0.219	NS
Testigo	T	70	322.61	659.10		

Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	8.51	13.12	0.380	NS
Testigo	T	70	9.19	13.25		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SO	70	393	644.46	0.684	NS
Testigo	T	70	340.35	651.49		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	177.35	444.11	0.064	PE
Testigo	T	70	322.61	659.10		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	6.73	12.15	0.127	NS
Testigo	T	70	9.19	13.25		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NO	70	191.91	409.50	0.054	*
Testigo	T	70	340.35	651.49		

- NS** = no significativa
***** = significativa ($P \leq 0.05$)
****** = altamente significativa ($P \leq 0.01$)
PE = probabilidad encontrada

Sobrevivencia

En la Tabla 9 se muestran los resultados de sobrevivencia de las siete especies en la orientación NE. De dichas especies plantadas, lograron sobrevivir el 42.85 por ciento, mientras que el 57.14 por ciento no lo logró.

Las especies que obtuvieron mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00001$).

Tabla 9. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noreste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	10	0	10
PG	4	6	10
AS	8	2	10
OR	8	2	10

Total	30	40	70
--------------	----	----	----

De los resultados para la orientación SE (Tabla 10), se observa que el 31.42 por ciento sobrevivieron y, el 68.57 por ciento murió. Las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00001$).

Tabla 10. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Sureste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	9	1	10
PG	2	8	10
AS	5	5	10
OR	6	4	10
Total	22	48	70

En la orientación SO, Tabla 11, se observa que las especies que lograron sobrevivir manifestaron el 32.85 por ciento, mientras que las especies que no sobrevivieron presentaron un 67.14 por ciento. Las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), seguidas de *Agave scabra* (AS). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00003$).

Tabla 11. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Suroeste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	8	2	10
PG	0	10	10
AS	7	3	10
OR	8	2	10
Total	23	47	70

Los resultados de la orientación NO indican que el 27.14 por ciento de especies sobrevivieron, mientras que el 72.85 por ciento fue de mortandad (Tabla 12).

Las especies con mejores resultados porcentuales de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00006$).

Tabla 12. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noroeste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	8	2	10
PG	0	10	10
AS	5	5	10
OR	6	4	10
Total	19	51	70

En la Tabla 13 se presentan resultados del testigo (T), en donde se observa que las especies que sobrevivieron manifestaron el 37.14 por ciento, mientras que las que no sobrevivieron representan el 62.85 por ciento.

Aquí se puede observar que las especies que sobresalieron en el porcentaje de sobrevivencia, fueron *Opuntia rastrera* (OR), seguida de *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00006$).

Tabla 13. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo en la estación de otoño.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	8	2	10
PG	0	10	10
AS	8	2	10
OR	10	0	10
Total	26	44	70

Estadística Correlacional

Correlación de Variables

En la Tabla 14 se observa que la variable **Cobertura aérea** tiene una correlación significativa sobre el diámetro mayor y el diámetro menor con 89 y 93 por ciento, respectivamente y, con la variable crecimiento en 81 por ciento. Esto quiere decir que la cobertura aérea es dependiente del diámetro mayor, del diámetro menor y de la variable crecimiento.

La variable **crecimiento** presenta una correlación significativa con el diámetro mayor y el diámetro menor con 93 y 87 por ciento, respectivamente. Ya que el crecimiento es dependiente del diámetro mayor y del diámetro menor dado que estos nos indican si hubo crecimiento o no.

La variable **fitomasa aérea** fue influenciada por el diámetro mayor y el diámetro menor en 82 y 63 por ciento, respectivamente. Por lo cual fitomasa aérea depende del diámetro mayor y del diámetro menor.

El diámetro mayor mostró significancia con el diámetro menor con un 91 por ciento, lo cual significa que el diámetro mayor depende del diámetro menor.

Como última variable se presenta el **abono**, el cual se muestra que tiene baja asociación con el diámetro mayor y el diámetro menor.

Tabla 14. Correlación entre las variables en estudio.

	Cobertura aérea	Crecimiento	Fitomasa aérea	Abono	D. Mayor	D. Menor
Cobertura aérea	1.00	0.81	0.50	0.14	0.89	0.93
Crecimiento		1.00	0.41	0.07	0.93	0.87
Fitomasa aérea			1.00	0.05	0.82	0.63
Abono				1.00	0.43	0.44
D. Mayor					1.00	0.91
D. Menor						1.00

Valor de $R \geq 0.6$ es significativo ($P \leq 0.05$)

Estadística Integral

Análisis de Factores

De acuerdo al análisis de factores calculado en el programa estadístico STATISTICA 8.0, en la Tabla 15 se observa que la variable más importante para el factor 1 es el diámetro mayor, ya que de todas es la más sobresaliente, así mismo, se encontró que las variables crecimiento, sobrevivencia, diámetro menor, cobertura aérea, especie y fitomasa aérea son significativas, lo cual también son importantes para este factor, mientras que para las variables orientación y estación no son importantes, por lo que tienen un efecto negativo. Del factor 2 se observa que la variable estación es importante, seguida de número de planta y fitomasa aérea, siendo no significativas las demás variables, excepto sobrevivencia, especie, vida y abono que tuvieron resultados negativos. En el factor 3, orientación, fitomasa aérea y cobertura aérea son las más predominantes, dado a que las demás variables fueron inferiores. Para el último factor 4 se señala que cobertura aérea es la única variable superior que el resto, ya que no tuvieron significancia. En general, se puede decir que fitomasa aérea es la más importante, la cual tiene una interacción común en la mayoría de los factores.

Tabla 15. Análisis de factores para todo el año 2014.

Variables	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
1. Sobrevivencia	0.941034	-0.033036	-0.069043	-0.054000
2. Cobertura aérea	0.865416	0.090255	0.181787	0.177724
3. Crecimiento	0.950114	0.022951	0.035911	0.019480
4. Fitomasa aérea	0.446948	0.480024	0.256775	0.110963
5. Especie	0.631142	-0.000894	-0.019834	-0.019923
6. Núm. planta	0.002138	0.968619	-0.018995	-0.017149
7. Orientación	-0.053756	0.115212	0.933613	0.049859
8. Diámetro mayor	0.963227	0.030775	0.061407	0.080519
9. Diámetro menor	0.937218	0.045222	0.117314	0.098795
10. Estación	-0.015970	0.971888	0.050225	-0.013956
11. Vida	0.941034	-0.033036	-0.069043	-0.054000
12. Abono	0.069588	-0.022755	-0.043667	0.962653

($P > 0.15$)

Valor	Valor propio	% Varianza total	Acumulación de valor propio	% Acumulación
1	5.884723	49.03935	5.884723	49.03935
2	2.127864	17.73220	8.012587	66.77156

En relación al análisis de factores anteriormente mencionado, se muestra en el siguiente diagrama (Fig. 25), que las variables 3 (crecimiento), 4 (fitomasa aérea), 8 (diámetro mayor), 9 (diámetro menor) y 12 (abono) son las más importantes, ya que existe una interacción entre ellas. De la misma forma, para la variable 7 (orientación) y la variable 2 (cobertura aérea), aunque presentan una relación menor. La excepción fueron las variables 1 (sobrevivencia), 5 (especie) y 10 (estación), dado a que estas no fueron dependientes con las otras variables.

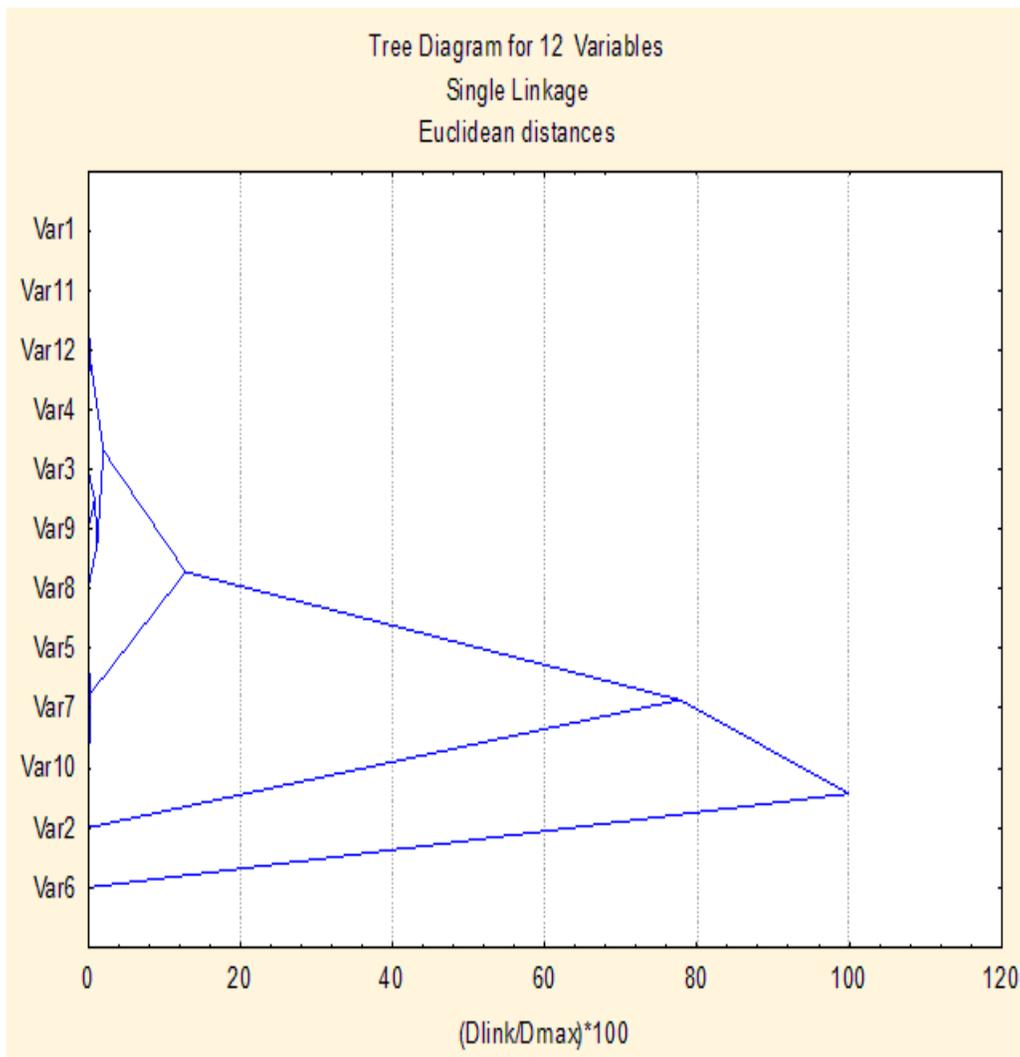


Figura 25. Diagrama de análisis de factores de todas las variables del año 2014.

V. DISCUSIÓN

Cobertura Aérea

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se puede observar que la media de *Prosopis glandulosa* (PG) fue de 24.14 cm², la cual al compararla con los trabajos de Flores (2002) y Flores *et al.* (2002), quienes tuvieron una media de 2.93 cm²; Ávila (2003); Niño (2004) y León *et al.* (2010) difieren en cuanto a sus resultados, los cuales fueron muy bajos; de igual manera, a los de López (2008) y León *et al.* (2008); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), ya que la media de sus estudios fueron 2.63, 2.94, 1.09 y 2.26 cm², respectivamente.

Flores (2002) y Flores *et al.* (2002) encontraron que las especies de valor más alto en cobertura aérea (cm²) fueron *Atriplex canescens* (AC) y *Agave atrovirens* (AA) con 3.21 y 23.81 cm², respectivamente; Ávila (2003) registró que *Atriplex canescens* (AC) y *Agave scabra* (AS) presentaron el valor más alto y; Niño (2004) y León *et al.* (2010) reportan a *Atriplex canescens* (AC) y *Agave atrovirens* (AA) como las mejores. López (2008) y León *et al.* (2008) mencionan que las especies con mayor cobertura aérea (cm²) fueron *Agave atrovirens* (AA) con 198.51 cm² y *Agave scabra* (AS) con 93.77 cm². Paz (2009) y León *et al.* (2009) manifestaron que las especies que registraron mejor resultado fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) con medias de 163.87 cm² y 57.05 cm². Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) citan que las especies más favorecidas fueron *Opuntia rastrera* (OR) con 72.2 cm² y *Agave atrovirens* (AA) con 25.06 cm². Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) apuntan que las especies que alcanzaron mejor cobertura aérea fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) con medias de 1245.57 y 463.02 cm², respectivamente. El resultado de este estudio reporta que fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) las especies con resultados más favorables y coinciden con las especies que reportaron Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b). En este estudio *Agave atrovirens* (AA) registró media de 754.04 y *Opuntia rastrera* (OR) 905.62 cm² cercanos a los valores registrados por Ramos (2011) y León *et al.* (2011b).

Crecimiento

Flores (2002) y Flores *et al.* (2002) reportan que las especies que presentaron valores más altos en crecimiento fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) con 27.72 y 9.18 cm. Ávila (2003) también encontró que *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) fueron superiores con 27.72 y 9.11 cm. De igual manera, Niño (2004) y León *et al.* (2010) concluyeron que *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Atriplex canescens* (AC) fueron las que obtuvieron los mejores resultados, con 29.45, 11.45 y 1.90 cm. Mientras que López (2008) y León *et al.* (2008); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) reportaron que las especies más sobresalientes en crecimiento fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). López (2008) y León *et al.* (2008) presentaron para *Agave atrovirens* (AA) una media de 8.57 cm y a *Opuntia rastrera* (OR) con 4.9 cm; Paz (2009) y León *et al.* (2009), para *Agave atrovirens* (AA) 5.34 cm y para *Opuntia rastrera* (OR) 3.96 cm; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) señalan que *Agave atrovirens* (AA) obtuvo 13.05 cm y *Opuntia rastrera* (OR) 3.09 cm y; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) mencionan que *Agave atrovirens* (AA) alcanzó una media de 37.64 cm y *Opuntia rastrera* (OR) 3.13 cm.

En esta investigación, las especies en las que se obtuvo mejor crecimiento fueron *Agave atrovirens* (AA) con una media de 23.18 cm y *Opuntia rastrera* (OR) con 23.72 cm. Por lo tanto, estas especies coinciden con las reportadas por López (2008) y León *et al.* (2008); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) y; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b). Sin embargo, los resultados de esta investigación fueron superiores a los de ellos. A diferencia con los reportes de Flores (2002) y Flores *et al.* (2002); Ávila (2003); Niño (2004) y León *et al.* (2010), ya que sus especies registraron mayor crecimiento.

Fitomasa Aérea

Los resultados encontrados en el trabajo de Flores (2002) y Flores *et al.* (2002) indican que *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) fueron las especies con mejores resultados, con 598.25 y 34.69 g, respectivamente. Ávila (2003) sólo cita a *Agave*

atrovirens (AA) con 513.21 g. Niño (2004) y León *et al.* (2010) mencionan a *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) como sobresalientes, con 1753.18 y 84.75 g. López (2008) y León *et al.* (2008) reportan que *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) fueron las especies con mayor fitomasa aérea, con 52.5 y 31.97 g, respectivamente. Paz (2009) y León *et al.* (2009) encontraron para *Agave atrovirens* (AA) 53.2 g y en *Opuntia rastrera* (OR) 47.78 g. Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) mencionan que las especies con valores más altos fueron *Agave atrovirens* (AA) con 100.91 g y *Opuntia rastrera* (OR) con 84.2 g. Para Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) fueron *Agave atrovirens* (AA) con 513.15 g y *Opuntia rastrera* (OR) con 194.47 g. En este estudio las especies con mejores resultados fueron *Opuntia rastrera* (OR) con 1293.6 g y *Agave atrovirens* (AA) con 929.6 g. Por lo cual, coinciden con los resultados de López (2008) y León *et al.* (2008); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) y; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), quienes manifiestan que las especies con mayor fitomasa aérea fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Mientras que Flores (2002) y Flores *et al.* (2002); Ávila (2003); Niño (2004) y León *et al.* (2010) comprobaron que *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) fueron las especies con valores más altos, por lo que se coincide sólo con *Agave atrovirens* (AA) y se difiere con *Agave scabra* (AS). Sin embargo, se observa que las cifras en este trabajo son altas, al compararlas con los resultados de la mayoría de los autores.

Sobrevivencia

De acuerdo a la evaluación de sobrevivencia de arbustos para cada orientación geográfica y para cada una de las especies estimadas al final del año, López (2008) y León *et al.* (2008); Altunar (2013) y León *et al.* (2013) señalan que la orientación sureste (SE) fue la mejor con 34.2 y 50 por ciento de individuos vivos y, las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS). Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) reportaron a la orientación noreste (NE) como la mejor con 22.86, 21.43 y 17.14 por ciento de plantas vivas, respectivamente, predominando *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS); solamente Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) señalaron que las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA) y

Opuntia rastrera (OR). Flores (2002) y Flores *et al.* (2002); Ávila (2003); Niño (2004) y León *et al.* (2010) citaron que la especie con mayor porcentaje de sobrevivencia fue *Agave atrovirens* (AA).

En este trabajo, la orientación donde sobrevivieron más arbustos fue la noreste (NE) con 42.85 por ciento y, las especies sobresalientes *Agave atrovirens* (AA) con 100 por ciento, *Agave scabra* (AS) con 80 por ciento y *Opuntia rastrera* (OR) 80 por ciento. Por lo tanto, se coincide con Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), en que la NE fue la orientación en donde sobrevivieron más arbustos, mientras que con López (2008) y León *et al.* (2008); Altunar (2013) y León *et al.* (2013), se difiere. Pero si nos enfocamos a las especies que lograron mayor porcentaje de sobrevivencia, que son *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR), el resultado de este trabajo coincide con todos los autores mencionados anteriormente, ya que exponen las mismas especies. También se puede recalcar que en este trabajo el mejor resultado de sobrevivencia de arbustos fue en la orientación NE con 42.85 por ciento, lo que lo convierte en el superior a todos los estudios comparados.

Abono

De acuerdo a la determinación del efecto del abono de borrego, Paz (2009) y León *et al.* (2009) explican que las especies que tuvieron mayor efecto fueron *Agave scabra* (AS), y *Agave atrovirens* (AA) con cuatro y 1.25 veces más, respectivamente, comparadas con las plantas de la misma especie que no se les aplicó abono. Mientras que Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) presentan a la misma especie, *Agave atrovirens* (AA), como la más sobresaliente, con 1.36 veces más en relación a las que no se les suministró. Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) comprobaron que el efecto del abono tiene influencia positiva en comparación de las plantas que no se les aplicó. Altunar (2013) y León *et al.* (2013) reportaron a *Prosopis glandulosa* (PG) como la especie beneficiada por el efecto del abono, la cual fue cuatro veces mejor en comparación de las plantas que no lo recibieron. En este trabajo la especie que mejor aprovechó el abono fue *Prosopis glandulosa* (PG) quien fue cinco veces mejor que las plantas a las que no se les suministró. Por lo tanto, se concluye que este resultado únicamente

coincide con el estudio de Altunar (2013) y León *et al.* (2013), mientras que los demás autores citados difieren.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las hipótesis planteadas en este trabajo, se lograron desarrollar las siguientes conclusiones:

- La planta nodriza (*Flourensia cernua*) tiene un efecto positivo con relación a la sobrevivencia de arbustos forrajeros bajo su dosel, ya que la orientación con mejor resultado fue la NE, siendo las especies *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) las de mayor porcentaje de sobrevivencia. Este resultado muestra ser superior comparado con el testigo, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.
- La estación que registró mejor resultado para la variable crecimiento (cm) fue otoño en la orientación NE y, las especies más favorecidas *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), en la cual estos arbustos fueron superiores bajo el dosel de la planta nodriza en comparación con el testigo. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.
- En la variable cobertura aérea (cm²) la estación que presentó mejor resultado fue otoño en la orientación NE, siendo las mismas especies, *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), las de mejor resultado. Con esto se concluye que la planta nodriza favorece a los arbustos forrajeros que se encuentran establecidos bajo su dosel, por lo que se acepta la hipótesis planteada.
- Al evaluar fitomasa aérea (g) al final del año, las orientaciones que presentaron mejores resultados, comparadas con el testigo, fueron la NE y la SE. Las especies que mostraron mejor fitomasa aérea fueron *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS). Por lo tanto la hipótesis planteada para esta variable se acepta.

- Se concluye que la orientación geográfica tiene efecto sobre la sobrevivencia de los arbustos que se encuentran bajo el dosel de la planta nodriza, ya que puede ser un método para la restauración de pastizales deteriorados. En este estudio se encontró que las orientaciones NE y SE en gran parte fueron superiores en comparación al testigo, por lo que se acepta la hipótesis.

- El abono de borrego tiene efecto sobre la sobrevivencia de las especies, ya que los porcentajes fueron mayores en arbustos que contaron con este tratamiento; *Prosopis glandulosa* (PG) fue el que tuvo mejor respuesta al abono. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

VII. LITERATURA CITADA

Altunar P., J. B. 2013. Nodricismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 65 p.

Andrew, N. H., I. R. Noble and R. T. Lange. 1979. A non destructive method for estimating weight of forage on shrubs. *Aust. Rangeland J.* 1 (3): 225-231.

Ávila C., M. 2003. Comportamiento de cuatro parámetros de la vegetación en arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 61-63, 67-83.

Barker, A. V., and G. M. Bryson. 2006. Nitrogen. In: Barker, A. V. and D. J. Pilveam. *Handbook of plant nutrition.* Taylor and Francis. USA. p. 21-50.

Benayas, J. M., and A. Escudero. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science.* 325: 1121-1124.

Bradshaw, A. D. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science.* 277: 515-522.

Briones, O. 1992. Competition intensity as a function of resource availability in a semiarid ecosystem. *Oecologia.* 116: 365-372.

Callaway, R. M., and F. I. Pugnaire. 1999. Facilitation in plant communities. In: F. I. Pugnaire and F. Valladares. *Functional plant ecology.* 2 ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Nw. 435-450 p.

Carrick, P. J., and R. Kruger. 2006. Restoring degraded landscapes in lowland Namaqualand: Lessons from the mining experience and from regional ecological dynamics, *J. Arid Environ.* 70 (4): 767-781.

Carrillo, A., Y. Bashan and G. J. Bethlenfalvay. 2000. Resource-island soils and the survival of the giant cactus, cardon, of Baja California Sur. *Plant Soil.* 2 (18): 207-214.

Castro, J., R. Zamora, L. Gómez, J. M. Gómez, J. A. Hodar y E. Baraza. 2002. Uso de matorrales como plantas nodriza en ambientes mediterráneos: evaluación de una nueva técnica de repoblación. Investigación. Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada. Cien. For. 17: 145-150.

Cavieres, L. A., E. I. Badano, A. Sierra, S. Gomez G. and M. A. Molina. 2006. Positive interactions between alpine plant species and the nurse sushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist*. 1 (69): 59-69.

CONAZA (Comisión Nacional de las Zonas Áridas). 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. Comisión Nacional de las Zonas Áridas y SEDESOL. Saltillo, Coahuila, México. 160 p.

Corona F., J. y M. E. Tovar. 2000. Elementos de estadística. Aplicaciones al método experimental. Ed. Trillas. 3 ed. México. p. 26-29.

Cruz M., G. 2009. Rehabilitación de áreas degradadas mediante el nodricismo, con efecto de abono para establecer arbustos. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. p. 22-32, 45-47.

Espinoza, G. A., E. R. Fuentes y J. D. Molina. 1988. La erosión: fenómenos naturales y acción del hombre. En: Fuentes, E. R. y S. Prenafeta (Eds.). *Ecología del paisaje en Chile central*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. p. 53-64.

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. 22-29.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Examen anual: resumen de las actividades de la organización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/docreep/meeting/008/j2530s.htm>. Consultado: 13 de marzo de 2015.

Fisher, R. F., and D. Binkley. 2000. Ecology and management of forest soils. 3rd ed. John Willey and Sons, Inc. New York.

FISRWG. 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) (15 Federal Agencies of the US Gov't). GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2: EN 3/PT.653. ISBN-0-934213-59-3. Disponible en: http://www.usda.gov/stream_restoration/. Consultado: 15 de marzo de 2015.

Flores, J., and O. Briones. 1994. Plant life-form and of soil water potential and temperatura. *Journal of Arid Environments*. 47: 485-497.

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

Flores V., A., L. L. de León G., L. Pérez R., R. Reynaga V. y F. Sánchez P. 2002. Establecimiento y evaluación de arbustos forrajeros con dos mejoradores de suelo como opción para sistemas silvopastoriles. XV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Guanajuato, Gto., México.

Franco, A. C. y P. S. Nobel. 1989. Efecto de las plantas nodrizas en el microhabitat y el crecimiento de los cactus. *Revista de Ecología*. 77 (3): 870-886.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Offset Larios. México. 217 p.

García M., E., and C. M. Mckell. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen ecology of a desert-wash plant community. *Ecology*. 51: 81-88.

Garner, W., and Y. Steinberger. 1989. A proposed mechanism for the formation of fertile islands in the desert ecosystem. *J. Arids Environ*. 16: 173-177.

Garza C., H. M. 1985. Revegetación vegetal. Curso de actualización sobre manejo de pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

GGF (Global Grid Forum Structure and Processes). 1999. Influence of vegetation on soil factors semiarid. Disponible en: www.ogf.org/documents/GWD-C/old/GGF-Structure-22-oct.pdf. Consultado: 28 de febrero de 2015.

Google Earth. 2015. Software 3D. Image2015Digitalglobe. Disponible en: <http://www.google.com.mx/intl/es/earth/>. Consultado: 2 de marzo de 2015.

Grime, J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Willey and Sons, Chichester. Disponible en: <http://www.wiley.com/wileyCDA/wileyTitle/productcd-047085040x.html>. Consultado: 25 de febrero de 2015.

Guevara, S., R. Boanergues, C. Briceño y L. M. Tovar. 1992. Proyecto de recuperación de áreas degradadas del proyecto hidroeléctrico caruachi. Edelca. Corporación Venezolana de Guayama, Puerto Ordaz, Venezuela. 120 p.

Gutierrez, J. R., and W. G. Whitford. 1987. Chihuahuan desert annals: importance of water and nitrogen. Ecology. 68: 2032-2045.

Helgerson, O. T. 1990. Heat damage in tree seedlings and its prevention. New Forests. 3: 333-358.

Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA-SARH. México, DF. 725 p.

Johnson, M. S., and A. D. Bradshaw. 1979. Ecological principles for the restoration of disturbed and degraded land. Appl. Biol. 4: 141-200.

Kageyama, P. 1992. Revegetación de áreas degradadas, producción y aprovisionamiento de semillas de especies nativas. Disponible en: www.FAO.org/docrep/.htm. Consultado: 2 de marzo de 2015.

León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R. and G. Cruz M. 2011a. Rehabilitation of degraded ecosystems by using facilitation of *Larrea tridentata* and cattle manure to establish desert shrubs. IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society. IX IRC2011-INTA-AAMPN. Rosario, Argentina. p. 221.

León G., L. L. de, M. Mellado B., R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duñez A., J. B. Altunar P. y J. Cabrera H. 2013. Nodricismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales. IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Memorias del Congreso. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R. y R. Niño C. 2010. Establecimiento de arbustos forrajeros con dos mejoradores de suelo en un sistema silvopastoril. I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales Chiapas 2010. II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales. SOMMAP. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 2 p.

León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., A. Ramos P. y J. Cabrera H. 2011b. El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales. XXI Reunión Internacional de Carne y Leche en Climas Cálidos. 2o Congreso Internacional de Manejo Pastizales. UACH-INIFAP-SOMMAP. Chihuahua, Chih., México. 4 p.

León G., L. L. de, J. R. Reynaga V., L. Pérez R. y A. López M. 2008. Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas. Resúmenes del Tercer Congreso Internacional de Ecosistemas Secos. Santa Marta, Colombia. p. 277-278.

León G., L. L. de, J. R. Reynaga V., L. Pérez R., F. C. Paz G. y J. Cabrera H. 2009. Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Memorias VI Simposio Internacional de Pastizales. UANL-ITESM. Monterrey, N.L.

Ley Forestal (Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). 1998. Diario Oficial de la Federación. p. 35. Disponible en: www.faolex.fao.org/cgi-bin/faolex.exe?rec_id=database=FAOLEXysearch-type=link-name=ERALL. Consultado: 12 de febrero de 2015.

López F., J. 1989. Estudio poblacional del hojasén (*Flourensia cernua* DC.) en un pastizal del sur de Coahuila, México. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 22-24.

López M., A. 2008. Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 31-45.

Maldonado A., L. J. 1991. El género *Prosopis*, elemento para el manejo integrado de los recursos renovables de las zonas áridas de México. Quinta Reunión Regional América Latina y el Caribe. Red de Forestación, Conservación y Mejoramiento de Especies del Genero *Prosopis*. Centro de Investigación para el Desarrollo. Mendoza, Argentina.

Márquez H., R. 1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis. Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/marquez2.html>. Consultado: 5 de marzo de 2015.

Meffe, G. K., and C. R. Carroll. 1994. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, USA.

Moore, S. D. 2000. Estadística aplicada básica. Ed. Antoni Bosch. 2 ed. New York. p. 33-35.

Myers, R. L. 1992. Shrub and high pine. In: Myers, R. L., Ewel, J. J. (Eds). Ecosystems of Florida. University of Central Florida Press. Orlando, Florida. p. 150-193.

Niño C., R. 2004. Características del establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 40.

Orta D., M. A. 1988. Influencia del perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus merriam.*) en la vegetación y suelo del pastizal mediano abierto, en Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 140 p.

Paz G., F. C. 2009. Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis. Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 24-33, 45-47.

Pérez R., S. 2012. Programa de manejo de pastizal en el rancho ganadero experimental Los Ángeles. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 12-14.

Perroni V., Y. y P. M. Matías. 2006. Islas de fertilidad en un ecosistema semiárido: nutrimentos en el suelo y su relación con la diversidad vegetal. Instituto de Ecología AC. Xalapa, Veracruz, México. p. 33-39.

Pugnaire, F. I., P. Haase, J. Puidefabregas, M. Cueto, S. C. Clark and I. D. Incoll. 1996. Facilitation and succession under the canopy of a leguminous shrub *Retama sphaerocarpa*, in a semiarid environment in south-east Spain. *Oikos*. 76: 455-464.

Ramírez C., A. y D. A. Rodríguez. 2003. Plantas nodriza en la reforestación con *Pinus hartwegii*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 15 (2): 43-48.

Ramos P., A. 2011. El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.

Richards, J. H., M. M. Caldwell and T. E. Dawson. 1998. Hydraulic lift: consequences of water efflux from the roots of plants. *Oecology*. 131: 151-161.

Rousset, O., and J. Lepart. 2000. Positive and negative interactions at different life stages of a colonizing species (*Quercus humilis*). *Journal of Ecology*. 88: 401-416.

Rubio T., J. 2005. Revegetación de zonas degradadas. México. Disponible en: (http://www.aepip.com/ponencia2005_17.pdf). Consultado: 28 de enero de 2015.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, DF. México.

Rzedowski, J. 1991. Vegetación de México. Instituto Politécnico Nacional. 3 ed. Editorial Limusa S.A de CV. México, DF.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. Ecosistema degradado y causa de la degradación de los ecosistemas. México. 20: 1-17.

Schlesinger, W. H., and A. M. Pilmanis. 1998. Plant soil interactions in deserts. *Biogeochemistry*. 42: 169-187.

Schlesinger, W. H., J. F. Reynolds, G. L. Cunningham, L. F. Huenneke, W. M. Jarell, R. A. Virginia and W. G. Whitford. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science*. 247: 1043-1048.

Spiegel, M.R. y L. J. Stephens. 2002. Estadística. Ed. Mc Graw Hill. 3 ed. México. p. 314.

Steenberg, M. L., and C. H. Lowe. 1969. Critical factors during the first years of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at Saguaro National Monument. *Ecology*. 50: 825-834.

Stubbs, M. M., and D. A. Pyke. 2005. Available nitrogen: a time – based study of manipulated resource islands. *Plant and Soil*. 270: 123-133.

Turner, R. M., J. E. Bowers and T. L. Burgess. 1966. Sonoran desert plants. An ecological atlas. University Arizona Press, Tucson, Arizona.

UNCCD y Zoï. 2011. Desertification. A visual synthesis. UNCCD y Zoï Environment Network France. Disponible en:

http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/03_suelos/cap3_3.html. Consultado: 13 de febrero de 2015.

Urbanka M. K., N. Webb and P. Edwards. 1997. Restoration ecology and sustainable development. Cambridge University Press. 396 p.

Valiente B., A. 1991. Shade has a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuaca valley, México. *Journal of Ecology*. 79: 961-971.

Vázquez A., R. 2011. Descripción del Rancho Los Ángeles. Memoria del herradero 2011. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. p. 1-6.

Vásquez A., R., J. A. Villarreal y J. Valdés. 1989. Las plantas de pastizales del rancho experimental ganadero Los Ángeles, Mpio. de Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Folleto de divulgación. 2(8): 1-20.

Velasco M., H. 1991. Las zonas áridas y semiáridas sus características y manejo. Editorial Limusa. México, DF. 725 p.

Villiers, A. J., M. W. Van Rooyen and G. K. Heron. 2001. The role of facilitation in seedling recruitment and survival patterns, in the strand succulent karoo, South Africa. *J. Arid Environ*. 49: 809-821.

Virginia, R. A., and W. M. Jarrel. 1983. Soil properties in a mesquite-dominated Sonoran desert ecosystem. *Soil Sci Soc Am J*. 47: 138-144.

Vitousek, P. 2004. Nutrient cycling and limitation; Hawaii as a model system. Princeton University Press. Princeton.

Walter, V. C. 1998. El enfoque de manejo de cuencas. Vol. 2. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/delos/05/wvc.htm>. Consultado: 9 de febrero de 2015.

Westoby, M., B. Walker and I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangeland not at equilibrium. *J. Range Manage*. 42: 266-274.

APÉNDICES

Tabla A 1. Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Variables	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	344.91	552.49	0	2120.57	2120.57	0	0	1.6018	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	11.025	15.775	0	71	71	0	0	1.4307	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	15.471	19.959	0	60	60	0	0	1.2900	0	R
D. menor (cm)	NE	70	10.6	15.080	0	45	45	0	0	1.4227	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	219.67	442.92	0	2686.06	2686.06	0	0	2.0162	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	7.95	12.430	0	38	38	0	0	1.5635	0	R
D. mayor (cm)	SE	70	11.171	17.581	0	60	60	0	0	1.5737	0	R
D. menor (cm)	SE	70	7.7142	12.413	0	57	57	0	0	1.6091	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	206.60	385.48	0	1969.77	1969.77	0	0	1.8657	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	7.11	10.4216	0	28	28	0	0	1.4648	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	10.885	16.6937	0	57	57	0	0	1.5335	0	R
D. menor (cm)	SO	70	7.4714	12.029	0	44	44	0	0	1.6101	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	176.97	479.30	0	2497.56	2497.56	0	0	2.7083	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	5.33	9.9432	0	34	34	0	0	1.8635	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	7.5428	15.045	0	60	60	0	0	1.9946	0	R
D. menor (cm)	NO	70	5.6428	12.620	0	53	53	0	0	2.2365	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	162.16	305.32	0	1385.44	1385.44	0	0	1.8828	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.35	12.040	0	42	42	0	0	1.4407	0	R
D. mayor (cm)	T	70	11.371	17.104	0	61	61	0	0	1.5041	0	R
D. menor (cm)	T	70	6.4	10.115	0	42	42	0	0	1.5806	0	R

NE = Noreste
 SE = Sureste
 SO = Suroeste
 NO = Noroeste
 T = Testigo

Tabla A 2. Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

Variables	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	440.22	698.53	0	3267.25	3267.25	0	0	1.5867	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	11.65	16.188	0	54	54	0	0	1.3888	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	16.607	22.002	0	80	80	0	0	1.3248	0	R
D. menor (cm)	NE	70	12.907	17.476	0	52	52	0	0	1.3539	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	262.29	510.19	0	2434.73	2434.73	0	0	1.9451	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.74	14.661	0	54	54	0	0	1.6770	0	R
D. mayor (cm)	SE	70	12.021	18.902	0	62	62	0	0	1.5724	0	R
D. menor (cm)	SE	70	8.4	13.450	0	53	53	0	0	1.6012	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	238.60	422.61	0	1649.33	1649.33	0	0	1.7711	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	8.40	12.464	0	42	42	0	0	1.4826	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	11.821	18.341	0	73	73	0	0	1.5515	0	R
D. menor (cm)	SO	70	8.1642	13.152	0	44	44	0	0	1.6109	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	182.68	480.41	0	2434.73	2434.73	0	0	2.6297	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	6.00	10.791	0	37	37	0	0	1.7964	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	8.0428	15.212	0	62	62	0	0	1.8914	0	R
D. menor (cm)	NO	70	6.1285	12.504	0	52	52	0	0	2.0404	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	229.30	432.45	0	2293.36	2293.36	0	0	1.8859	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.91	12.509	0	44	44	0	0	1.4033	0	R
D. mayor (cm)	T	70	12.485	19.196	0	74	74	0	0	1.5375	0	R
D. menor (cm)	T	70	7.9214	11.558	0	40	40	0	0	1.4591	0	R

NE = Noreste
 SE = Sureste
 SO = Suroeste
 NO = Noroeste
 T = Testigo

Tabla A 3. Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Variables	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	424.72	636.16	0	2372.68	2372.68	0	0	1.4978	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	11.59	16.182	0	52	52	0	0	1.3960	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	17.2	22.089	0	65	65	0	0	1.2842	0	R
D. menor (cm)	NE	70	12.214	16.463	0	53	53	0	0	1.3478	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	303.36	532.67	0	2463.00	2463.00	0	0	1.7558	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.78	14.468	0	53	53	0	0	1.6473	0	R
D. mayor (cm)	SE	70	13.1	20.546	0	67	67	0	0	1.5684	0	R
D. menor (cm)	SE	70	9.0714	14.067	0	49	49	0	0	1.5507	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	243.83	427.24	0	1481.26	1481.26	0	0	1.7522	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	8.28	12.638	0	43.5	43.5	0	0	1.5253	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	12.7	20.441	0	84	84	0	0	1.6095	0	R
D. menor (cm)	SO	70	7.7142	12.634	0	42	42	0	0	1.6377	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	185.79	481.90	0	2603.59	2603.59	0	0	2.5937	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	6.12	10.894	0	36	36	0	0	1.7777	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	8.0857	15.710	0	65	65	0	0	1.9430	0	R
D. menor (cm)	NO	70	6.3	12.418	0	51	51	0	0	1.9711	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	268.05	541.61	0	2474.00	2474.00	0	0	2.0205	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.85	12.599	0	42	42	0	0	1.4225	0	R
D. mayor (cm)	T	70	12.735	19.997	0	77	77	0	0	1.5701	0	R
D. menor (cm)	T	70	8.3357	12.638	0	42	42	0	0	1.5161	0	R

NE = Noreste
 SE = Sureste
 SO = Suroeste
 NO = Noroeste
 T = Testigo

Tabla A 4. Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).

Variables	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	455.69	813.87	0	4830.19	4830.19	0	0	1.786	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	11.46	15.698	0	50	50	0	0	1.3698	0	R
Fitomasa (g)	NE	70	571.88	965.20	0	4560	4560	0	0	1.6877	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	17.142	22.885	0	82	82	0	0	1.3349	0	R
D. menor (cm)	NE	70	12.614	17.795	0	75	75	0	0	1.4107	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	344.02	741.83	0	3661.52	3661.52	0	0	2.1563	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.37	14.480	0	55	55	0	0	1.7300	0	R
Fitomasa (g)	SE	70	445.23	870.20	0	4320	4320	0	0	1.9544	0	R
D. mayor (cm)	SE	70	12.142	20.401	0	74	74	0	0	1.6801	0	R
D. menor (cm)	SE	70	9.8285	16.828	0	63	63	0	0	1.7121	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	248.41	455.27	0	1731.80	1731.80	0	0	1.8327	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	8.51	13.125	0	46	46	0	0	1.5416	0	R
Fitomasa (g)	SO	70	393	644.46	0	2400	2400	0	0	1.6398	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	11.971	19.065	0	60	60	0	0	1.5925	0	R
D. menor (cm)	SO	70	7.8142	12.809	0	45	45	0	0	1.6393	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	177.35	4444.11	0	2122.93	2122.93	0	0	2.5041	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	6.73	12.15	0	49	49	0	0	1.8038	0	R
Fitomasa (g)	NO	70	191.91	409.505	0	1680	1680	0	0	2.1337	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	7.9285	14.9009	0	53	53	0	0	1.8793	0	R
D. menor (cm)	NO	70	6.2	12.4906	0	51	51	0	0	2.0146	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	322.61	659.10	0	3542.14	3542.14	0	0	2.0429	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	9.19	13.2559	0	42	42	0	0	1.4419	0	R
Fitomasa (g)	T	70	340.35	651.496	0	3120	3120	0	0	1.9141	0	R
D. mayor (cm)	T	70	13.842	21.4608	0	82	82	0	0	1.5503	0	R
D. menor (cm)	T	70	9.414	14.0459	0	55	55	0	0	1.4919	0	R

NE = Noreste
 SE = Sureste
 SO = Suroeste
 NO = Noroeste
 T = Testigo

Tabla A 5. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno (24 de febrero de 2014).

Variables	Especies	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm ²)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AA	50	697.76	656.46	0	2686.06	2686.06	470.45	0	0.9408	1.01	R
Crecimiento (cm)	AA	50	19.77	10.771	0	38	38	20	0	0.5448	0.420	R
Cobertura (cm ²)	PG	50	12.346	40.345	0	197.92	197.92	0	0	3.2678	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.106	0.343	0	1.6	1.6	0	0	3.242	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	549.29	549.29	0	1969.77	1969.77	463.38	0	1.0000	0.992	R
Crecimiento (cm)	AS	50	16.03	11.568	0	33	33	21	0	0.7216	0.466	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	295.05	352.59	0	1476.54	1476.54	193.99	0	1.1950	1.343	R
Crecimiento (cm)	OR	50	1979	15.177	0	71	71	21.5	0	0.7669	0.549	R

AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

66 Tabla A 6. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (5 de junio de 2014).

VARIABLES	ESPECIES	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AA	50	675.88	590.82	0	24.34.73	2434.73	530.53	0	0.8741	0.8246	R
Crecimiento (cm)	AA	50	21.68	11.511	0	45	45	22	0	0.5309	0.4118	R
Cobertura (cm ²)	PG	50	21.032	65.971	0	298.45	298.45	0	0	3.1365	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.128	0.380	0	1.7	1.7	0	0	2.9698	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	560.93	575.70	0	2205.39	2205.39	451.99	0	1.0263	1.0401	R
Crecimiento (cm)	AS	50	15.46	11.126	0	32	32	19	0	0.7196	0.4936	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	636.50	766.05	0	3267.25	3267.25	359.319	0	1.2035	1.5404	R
Crecimiento (cm)	OR	50	23.95	16.701	0	54	54	26.5	0	0.6973	0.5196	R

AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Tabla A 7. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (15 de agosto de 2014).

Variables	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AA	50	756.43	614.91	0	2603.59	2603.59	679.76	0	0.8129	0.6942	R
Crecimiento (cm)	AA	50	22.33	12.666	0	46	46	23.75	0	0.5672	0.4315	R
Cobertura (cm ²)	PG	50	34.086	112.84	0	572.55	572.55	0	0	3.3104	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.154	0.444	0	1.8	1.8	0	0	2.8867	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	498.50	554.17	0	1823.69	1823.69	317.69	0	1.1116	1.3365	R
Crecimiento (cm)	AS	50	15.41	11.416	0	34	34	20	0	0.7408	0.4815	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	707.04	738.88	0	2474.00	2474.00	456.31	0	1.0450	1.3535	R
Crecimiento (cm)	OR	50	23.21	15.915	0	53	53	25.5	0	0.685	0.5094	R

AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)
 OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

68 *Tabla A 8. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (5 de noviembre de 2014).*

Variables	Especies	n	\bar{x}	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fitomasa (g)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fitomasa (g)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crecimiento (cm)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fitomasa (g)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm ²)	AA	50	754.04	592.072	0	2872.98	2872.98	734.347	0	0.7851	0.6157	R
Crecimiento (cm)	AA	50	23.18	12.747	0	49	49	24	0	0.5499	0.4275	R
Fitomasa (g)	AA	50	929.6	596.49	0	2520	2520	980	0	0.6416	0.4971	R
Cobertura (cm ²)	PG	50	24.143	78.765	0	367.566	367.566	0	0	3.2624	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.202	0.5708	0	2.2	2.2	0	0	2.826	0	R
Fitomasa (g)	PG	50	0.3704	1.1329	0	5.748	5.748	0	0	3.0583	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	483.53	557.614	0	2122.93	2122.93	342.433	0	1.1531	1.2349	R
Crecimiento (cm)	AS	50	14.88	11.899	0	34	34	18	0	0.7996	0.5844	R
Fitomasa (g)	AS	50	495.78	507.59	0	1520	1520	380	0	1.0238	1.1553	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	905.62	1145.68	0	4830.19	4830.19	469.668	0	1.2650	1.7257	R
Crecimiento (cm)	OR	50	23.72	16.255	0	55	55	26	0	0.6853	0.5107	R
Fitomasa (g)	OR	50	1293.6	1237.92	0	4560	4560	1200	0	0.9569	0.818	R

AC = *Atriplex canescens* (costilla de

- vaca)
- AN = *Atriplex numularia* (numularia)
 - ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)
 - AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)
 - PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)
 - AS = *Agave scabra* (maguey áspero)
 - OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)