

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**Impacto del Nodricismo, Orientación Geográfica y Abono, en la
Sobrevivencia y Desarrollo de Especies Arbustivas**

Por:

LOURDES ORTIZ ORTIZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Impacto del Nodricismo, Orientación Geográfica y Abono, en la
Sobrevivencia y Desarrollo de Especies Arbustivas

TESIS

Por:

LOURDES ORTIZ ORTIZ

Elaborada Bajo la Supervisión del Comité Particular de Asesoría y Aprobada
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Dr. Luis Lauro de León González

Asesor Principal

Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Coasesor

M.C. Luis Pérez Romero

Coasesor

Dr. José Duénez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018

DEDICATORIA

A Dios

Gracias Dios mío por regalarme lo más valioso que es la vida, por permitirme la realización de uno de mis más grandes sueños. Porque a pesar de cada uno de mis tropiezos nunca me has abandonado. Gracias por guiar mi camino, cuidarme y proteger a todos los que quiero.

A mis padres

Juan Ortiz García y Cirila Ortiz García

Gracias Papá por tu apoyo, tu cariño y comprensión, pero sobre todo por creer en mí y entregarme tu confianza, por todos tus consejos para que yo sea una persona mejor, por cada uno de tus regaños, los cuales me sirvieron mucho para darle sentido a mi vida y hacer siempre lo correcto.

A ti Madre adorada, no me alcanzaría la vida ni las palabras para agradecerte todo lo que haces por mí. Gracias por cada uno de tus esfuerzos, sacrificios y dedicación para que nada nos faltara, por inculcarnos los mejores valores y, estar conmigo en cada uno de mis logros, dándome los mejores consejos y motivación para ser una persona mejor y darle sentido a mi vida.

A mis hermanos

Arcadio Ortiz Ortiz (†)

El mejor compañero y amigo de mi infancia, no sabes cuanta falta me haces en estos momentos, pero como tú siempre me dijiste que no debo darme nunca por vencida y luchar siempre por mis sueños, ahora que he logrado con uno de los que te prometí, me llena de tristeza no poder compartirlo contigo, pero sé que desde el cielo me sonríes y me acompañas SIEMPRE. Un abrazo enorme hasta el cielo mi ángel bello.

Alicia Ortiz Ortiz

Gracias hermana por cuidar siempre de nosotros, por tantos sacrificios, por preocuparte y por tu apoyo incondicional para que nos superemos, sin duda alguna eres el mejor ejemplo en la familia.

Eliseo Ortiz Ortiz

Gracias hermano, por tu apoyo para que esta etapa de mi vida se hiciera posible, por tus consejos valiosos y esas palabras de aliento, pero sobre todo, por preocuparte siempre por mi bienestar.

Ángela Ortiz Ortiz**Martimiana Ortiz Ortiz****Rocio Ortiz Ortiz****Lizbeth Ortiz Ortiz**

Gracias hermanas, por formar parte de mi vida, por cada momento compartido junto a ustedes, gracias por apoyarme y estar siempre pendiente en el comienzo de esta travesía y estar ahí siempre levantando los ánimos y sus valiosos consejos cuando más las necesité.

A mis sobrinos

Irving, Liliana, Abril, Miguel Ángel, Brandon, Juan Daniel, Fernando
Josué y Jazmín.

Mis pequeños, gracias por las sonrisas compartidas a su lado, por ser la alegría de mis días, la inspiración y motivación que me dan fuerza para salir adelante y superarme día con día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por permitirme culminar esta etapa importante de mi vida, que comenzó hace cinco años.

A mi familia

Sin su apoyo me hubiera sido imposible la realización de este sueño, gracias por todo el apoyo, sus ánimos, consejos y motivación de cada día.

A Mi Alma Terra Mater

A mi hermosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme las puertas del éxito, cobijarme en el inicio de la carrera y por cada una de las oportunidades brindadas durante todo el transcurso de mi estancia en ella.

Al Dr. Luis Lauro de León González

Mi asesor principal, gracias por todas las enseñanzas adquiridas como profesor en sus materias y por la gran oportunidad que me brindó en la realización de este proyecto.

Al Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Por su ayuda en el análisis de los datos estadísticos de este proyecto, por todas las enseñanzas, consejos y aportaciones como profesor durante la carrera.

Al Dr. Luis Pérez Romero

Por su contribución en la realización de este trabajo, por todas las enseñanzas adquiridas como profesor.

A Jesús Cabrera Hernández

Por su apoyo y contribución en la toma de los datos de campo. Gracias por su tiempo y paciencia.

A Mar Gómez

Gracias por tu apoyo, paciencia, compañía, por los ánimos, risas y todos esos buenos y malos momentos compartidos.

A mis Amigos

Javier Ramírez, Omar Baxcajay, Gustavo Alvarado, Lizeth Avendaño, Tsumejy Gómez, Patricia Zúñiga, Merari Velásquez, Belén Aguilar, Jesús Mendiola, Jazmín Martínez, Salvador Hernández, Marcos Luna y Sait Juanes.

Gracias por todos los bellos momentos compartidos, sus consejos y apoyo en los buenos y malos ratos, por estar ahí cuando más los necesité, por los ánimos, risas y travesuras, en ustedes encontré a mi segunda familia.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La suscrita Lourdes Ortiz Ortiz, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41134099 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

Lourdes Ortiz Ortiz

Tesista de Licenciatura / UAAAN

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	V
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Vegetación de las Zonas Áridas y Semiáridas.....	4
Definición de Términos.....	6
Nodricismo.....	6
Fitomasa Aérea.....	7
Pastizal.....	8
Isla de Fertilidad.....	8
Rehabilitación.....	10
Facilitación.....	12
Restauración Ecológica.....	13
Desertificación.....	14
Importancia de la Vegetación.....	15
Importancia de la Planta Nodrizas.....	16
Importancia de los Pastizales.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Descripción del Área de Estudio.....	18
Ubicación.....	18
Clima.....	18

Topografía.....	19
Suelos.....	19
Vegetación.....	19
Materiales.....	21
Nomenclatura de los Tratamientos.....	22
Metódica.....	22
Plantación.....	23
Toma de Datos.....	23
Parámetros Evaluados.....	23
Sobrevivencia.....	24
Crecimiento.....	24
Cobertura Aérea.....	24
Abono.....	24
Fitomasa Aérea.....	24
Orientación Geográfica.....	25
Diseño y Análisis Estadístico.....	25
Estadística Descriptiva.....	25
Estadística Comparativa.....	26
Estadística Correlacional.....	26
Estadística Integral.....	26
Análisis de Factores.....	26
IV. RESULTADOS.....	28
Estadística Descriptiva.....	28
Efecto de la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta Nodriza.....	28
Estación de Invierno, 21 de febrero de 2013.....	28
Cobertura aérea de todas las especies.....	28
Crecimiento de todas las especies.....	28
Estación de Primavera, 13 de mayo de 2013.....	29
Cobertura aérea de todas las especies.....	29

Crecimiento de todas las especies.....	30
Estación de Verano, 26 de julio de 2013.....	31
Cobertura aérea de todas las especies.....	31
Crecimiento de todas las especies.....	31
Estación de Otoño, 5 de diciembre de 2013.....	32
Cobertura aérea de todas las especies.....	32
Crecimiento de todas las especies.....	33
Fitomasa aérea de todas las especies.....	33
Cobertura Aérea y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones del Año.....	34
Estación de Invierno, 21 de febrero de 2013.....	34
Estación de Primavera, 13 de mayo de 2013.....	35
Estación de Verano, 26 de julio de 2013.....	36
Estación de Otoño, 5 de diciembre de 2013.....	38
Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año.....	39
Comparación de Medias en las Cuatro Estaciones del Año de Acuerdo a la Orientación Geográfica para Todas y Cada una de las Especies.....	39
Efecto del Abono Sobre la Sobrevivencia de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.....	41
Estación de Invierno, 21 de febrero de 2013.....	41
Estación de Primavera, 13 de mayo de 2013.....	42
Estación de Verano, 26 de julio de 2013.....	43
Estación de Otoño, 5 de diciembre de 2013.....	43
Estadística Comparativa.....	44
Sobrevivencia.....	49
Estadística Correlacional.....	51
Correlación de Variables.....	51
Estadística Integral.....	52
Análisis de Factores.....	52

V. DISCUSIÓN.....	55
Cobertura Aérea.....	55
Crecimiento	55
Fitomasa Aérea.....	56
Orientación Geográfica.....	56
Efecto del Abono.....	57
Sobrevivencia.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. LITERATURA CITADA.....	60
APÉNDICE.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Núm.		Pág.
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 geográficas.....	40
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.....	40
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 geográficas.....	41
4	Comparación de medias de crecimiento (cm) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	41
5	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	45
6	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	46
7	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), en la estación de verano (26 de julio de 2013)...	47
8	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	48
9	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, en la estación de otoño, con orientación Noreste (NE).....	49
10	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, en la estación de otoño, con orientación Sureste (SE).....	49

11	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, en la estación de otoño, con orientación Suroeste (SO).....	50
12	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, en la estación de otoño, con orientación Noroeste (NO).....	50
13	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, del Testigo (T) en la estación de otoño.....	51
14	Correlaciones entre las variables en estudio.....	52
15	Factores de carga después de la rotación varimax.....	53
16	Eigenvalue después de la rotación varimax.....	53
A 1	Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	70
A 2	Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013)...	71
A 3	Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	72
A 4	Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de otoño (05 de diciembre de 2013)....	73
A 5	Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	74
A 6	Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	75
A 7	Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	76
A 8	Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	77
A 9	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	78
A 10	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	79

A 11	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	80
A 12	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, Municipio de Saltillo, Coahuila, México.....	18
2	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 (21 de febrero de 2013).....	28
3	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	29
4	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 (13 de mayo de 2013).....	30
5	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	30
6	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 (26 de julio de 2013).....	31
7	Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (26 de julio del 2013).....	32
8	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 diciembre de 2013).....	32
9	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 diciembre de 2013).....	33

10	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 diciembre de 2013).....	34
11	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	34
12	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	35
13	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	36
14	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	36
15	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	37
16	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	37
17	Comparación de medias de cobertura aérea (cm ²) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	38
18	Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	38
19	Comparación de medias de fitomasa aérea (g) para cada una de las especies, al final del año (5 de diciembre de 2013).....	39
20	Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).....	42
21	Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).....	42

22	Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de verano (26 de julio de 2013).....	43
23	Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).....	44
24	Diagrama de análisis de factores de todas las especies en el año 2013.....	54

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de *Flourensia cernua* (hojasén), como planta nodriza para la rehabilitación de pastizales deteriorados. Este trabajo se llevó a cabo en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado entre los 25° 06' 30'' latitud norte y 100° 59' 18'' longitud oeste, con una altitud de 2150 msnm.

Bajo la copa de la planta nodriza, *Flourensia cernua*, se establecieron siete especies arbustivas: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Agave scabra* (maguey áspero), *Agave salmiana* (maguey salmiana) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero). Estas siete especies se plantaron en cuatro orientaciones geográficas: NE, SE, SO y NO, utilizando 10 individuos por cada una de las especies. Se establecieron 280 plantas, las cuales fueron distribuidas en 28 líneas de 10 arbustos de la misma especie en cada línea y en la misma orientación geográfica.

Como punto de referencia se contempló al Testigo, el cual consistió de 10 arbustos de cada especie en siete líneas pero sin considerar a la planta nodriza, lo que arrojó que se plantaran 70 arbustos más; en total se plantaron 350 arbustos.

Al momento de la plantación de las especies se aplicó heces de borrego como abono, únicamente a los primeros cinco individuos de cada línea, mientras que a los cinco restantes no se les aplicó este tratamiento.

La toma de datos se realizó en las cuatro estaciones del año; invierno, primavera, verano y otoño.

Los parámetros evaluados fueron sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, fitomasa aérea, efecto del abono y orientación geográfica.

Para evaluar la variable sobrevivencia se contaron el número total de plantas que se mantuvieron vivas durante el período de un año. La cobertura aérea se obtuvo

de acuerdo a la fórmula de la elipse ($\pi \times r1 \times r2$); el crecimiento se evaluó por el incremento del diámetro de los tallos de los arbustos y en los nopales y agaves se midió la longitud de la penca; la fitomasa aérea se determinó únicamente al final del año por medio de la técnica Adelaida; el efecto del abono se determinó mediante la media de sobrevivencia del total de individuos, por especie, que recibieron abono, contra los que no se les aplicó; la orientación geográfica se ejecutó contabilizando el número de individuos vivos por orientación geográfica y por especie.

El análisis estadístico para todos los parámetros evaluados fue con el paquete estadístico NCSS 12.0.2 mientras que el análisis de factores a través del programa estadístico STATÍSTICA 7.0.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que el utilizar la planta nodriza *Flourensia cernua* se favorece el establecimiento de arbustos bajo su dosel; la orientación NE fue la más favorable y las especies *Agave atrovirens* y *Agave scabra* las de mayor porcentaje de sobrevivencia; para cobertura aérea la orientación más favorable fue también la NE, con las especies *Agave atrovirens* y *Agave scabra* en la estación de otoño; para crecimiento la mejor orientación fue la NE con las especies *Agave atrovirens* y *Opuntia rastrera*. En fitomasa aérea la mejor orientación fue la NE, con las especies *Opuntia rastrera* y *Agave scabra*. La aplicación del abono de borrego benefició a las especies *Prosopis glandulosa* y *Opuntia rastrera* en comparación con las mismas especies a las que no se les aplicó el abono. La orientación geográfica mejor fue la NE ya que permitió el mayor porcentaje de sobrevivencia de especies establecidas. Todas las variables estudiadas fueron superiores en comparación al testigo.

Palabras clave: nodrismo, fitomasa aérea, rehabilitación, isla de fertilidad, pastizales.

I. INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales son comunidades vegetales compuestas por especies nativas del lugar las cuales pueden ser herbáceas y/o leñosas que tienen una relación con el ambiente y mutua. En los pastizales existen distintas interacciones que van desde la competencia por espacio, luz, agua y nutrimentos.

Cuando los pastizales naturales son utilizados irracionalmente se provoca una ruptura en su equilibrio lo cual representa un golpe en el funcionamiento como tal, tanto en los procesos ecológicos que estos representan, como en la eficacia de la producción de biomasa y, el pastoreo realizado por el hombre es una de las causas principales, en el mundo, que ha provocado grandes pérdidas ecológicas y hoy en día es motivo de que existan muchas extensiones de suelo erosionadas y sin utilización, que causan hambruna en todo el mundo, donde suelos fértiles que en el pasado levantaban imponentes vegetaciones hoy muestran suelos infértiles prácticamente secos y desolados.

Si la vegetación deseable ha sido severamente degradada por sobrepastoreo, sequías e invasión de plantas indeseables, la recuperación natural es un proceso muy largo de años e incluso en algunos casos nunca ocurre, de ser así, se requiere de la intervención del hombre en el ecosistema. Una de las opciones es la revegetación de especies deseables.

La resiembra de pastizales es una opción para manipular el proceso de recuperación de suelos degradados y si a eso añadimos el uso específico de especies cuyos resultados sean más eficaces, debido a su capacidad biológica que les permita ser más eficientes en comparación a otras, el éxito será inminente.

En la búsqueda del hombre en resanar lo ya deteriorado se ha dado a la tarea de buscar opciones que le permitan sanar los ciclos ecológicos y una vía es la resiembra de pastizales y como un plus ha propuesto el nodricismo que no es

otra cosa que una madre que proporcione los medios para que los vástagos, en este caso las especies vegetales diferentes, tengan los medios para desarrollarse.

Por tal motivo la recuperación de suelos, pastizales y biomasa es un tema importante que a través del nodricismo y la resiembra de pastizales muestran una opción de solución, por ello en este trabajo se busca evaluar al nodricismo, la orientación geográfica y el uso de excremento de borrego, al momento de la plantación, en la sobrevivencia y desarrollo de arbustos.

Objetivo General

Determinar el impacto del nodricismo, orientación geográfica y abono, en la sobrevivencia y desarrollo de especies arbustivas.

Objetivos Específicos

- Evaluar la sobrevivencia de arbustos, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar el crecimiento de arbustos, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar la cobertura aérea de arbustos, con y sin nodriza, en las cuatro estaciones del año.
- Evaluar la fitomasa aérea de arbustos, con y sin nodriza, al final del año.
- Evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la especie nodriza, en la sobrevivencia de arbustos.
- Evaluar el efecto del abono de borrego en la sobrevivencia de arbustos, contra los que no se les aplicó.

Hipótesis

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

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

Ho. Al evaluar la fitomasa aérea de arbustos 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, que el testigo.

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

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Vegetación de las Zonas Áridas y Semiáridas

Las zonas áridas y semiáridas de nuestro país ocupan una superficie de 806 663.44 km², aproximadamente el 41 por ciento de la superficie total de México.

Se estima que se alojan unas seis mil especies vegetales, en donde, más del 50 por ciento son endémicas o nativas. Todas estas plantas conforman comunidades muy diversas, algunas muy diferentes, con una gran diversidad en formas de vida, estrategias de adaptación para un ambiente más selectivo y, muchas de ellas con un rendimiento real o potencial.

Sin duda alguna, los vegetales han sido uno de los recursos naturales con mayor impacto dentro de las comunidades rurales, ya que estas tienen una estrecha relación económica, social y ecológica. Se han logrado varios cambios radicales porque muchas de sus necesidades, hoy en día, siguen dependiendo en gran medida de estos recursos naturales, ya sea en forma directa o indirecta, por medio de la explotación de la fauna silvestre o del pastoreo extensivo del ganado en las áreas cubiertas de pastizales. Sin embargo, han tenido gran influencia en la modificación de las comunidades bióticas por medio de las actividades agrícolas, pecuarias y la extracción de plantas de las áreas desérticas.

La enorme diversidad de las condiciones ambientales de las zonas áridas de México y, si a esto le añadimos la riqueza genética que contienen estas especies de plantas, se puede obtener una gran variedad de las formas de vida y crecimiento de las plantas. Las sustancias que producen estas plantas del desierto y el interés económico, son muy variadas, desde gomas, resinas, látex, almidón, granos y proteínas. Estas sustancias se almacenan en diferentes partes de la planta, principalmente en los frutos, semillas, tallos, raíces, rizomas y bulbos (González, 2012).

Tradicionalmente, la extracción de los recursos naturales de las zonas áridas de México se ha reducido a la explotación única de forma específica de un grupo de plantas silvestres, mencionando entre ellas:

Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*)

Guayule (*Parthenium argentatum*)

Lechuguilla (*Agave lechuguilla*)

Pita o palma (*Yucca filifera*)

Palma zamandoca (*Yucca faxoniana*)

Zamandoque (*Hesperaloe funifera*)

Mezquite (*Prosopis laevigata* y *Prosopis juliflora*)

Costilla de vaca (*Atriplex canescens*)

Jojoba (*Simmondsia chinensis*)

Pinos piñoneros (*Pinus cembroides*, *P. nelsonii*, *P. pinceana*)

Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)

Cardón (*Pachycereus pringlei*)

Pitaya (*Stenocereus griseus*)

Sotol (*Dasyllirion leiophyllum*)

Orégano (*Lippia palmeri*)

Las áreas desérticas y semidesérticas en el norte del México ocupan la superficie más extensa, las cuales están conformadas por diferentes comunidades de matorrales, en donde el tipo de plantas que más abundan son los arbustos, los cuales se caracterizan por realizar contribuciones importantes para el mantenimiento y mejoramiento del ecosistema, efectuando diferentes funciones entre ellas la retención de humedad en el suelo, disponibilidad de energía al hombre, mejoran la calidad y cantidad en la dieta de los animales en pastoreo.

Los arbustos de los desiertos forman parte de uno de los elementos más importantes en el estudio de los pastizales, mejorando su manejo y la conservación de los recursos naturales (Córdova y Barbosa, 2000).

La vegetación de las áreas desérticas y semidesérticas presenta diversas formas de mecanismos de adaptación, que les permiten sobrevivir en ambientes con baja precipitación ocasionadas por la falta de agua. Las plantas conservan una reserva de agua la cual es almacenada en las hojas o tallos suculentos, al igual que en la parte baja de la superficie del suelo en tubérculos, esto es con el propósito de resistir las altas temperaturas, la mayoría de las plantas reducen sus hojas a escamas o modificándolas en forma de espinas (Cervantes, 2006).

Definición de Términos

Nodricismo

El nodricismo es una opción para establecer acciones exitosas de restauración, se define como la presencia de una planta, que crea condiciones favorables bajo su copa por la acumulación de hojarasca, materia orgánica y nutrimentos, para el establecimiento de otras especies vegetales, facilitando así el desarrollo de las plántulas que comienzan a crecer a partir de las semillas acumuladas bajo la protección de la planta nodriza, creando condiciones favorables a través del tiempo, ya sea para encontrar comida o refugio. Gracias a la sombra que provee el arbusto, hay una reducción de temperatura y la evaporación del agua del suelo debajo de su copa. El nodricismo resulta ser uno de las herramientas más útil para la restauración de ecosistemas, zonas deterioradas y vegetación en áreas que presentan diferentes tipos de erosión de suelo (Blanco *et al.*, 2011).

La planta nodriza es aquella que proporciona las condiciones ambientales más adecuadas para la protección contra herbívoros, facilitando el establecimiento y crecimiento de los individuos de *Mammillaria carnea* que se encuentran bajo su dosel, obteniendo un crecimiento menor para los individuos que se establecen sin nodrizas (Golubov *et al.*, 2010).

López (2008) cita que el crecimiento mayor de arbustos plantados debajo del dosel de la planta nodriza, *Larrea tridentata*, se logra en la estación de otoño en las orientaciones SE y NE con las especies *Agave atrovirens* y *Agave scabra*, donde los valores fueron superiores al testigo.

Al utilizar a *Flourensia cernua* como planta nodriza nos indica un efecto positivo en la sobrevivencia de arbustos bajo su dosel, ya que el mejor resultado se obtuvo en la orientación NE, con las especies *Agave atrovirens*, *Agave scabra* y *Opuntia rastrera* como las de mayor porcentaje de sobrevivencia (Coello, 2015).

Fitomasa Aérea

Es una de las características de la vegetación con mayor importancia. Es la medida mejor para describir crecimiento y se puede utilizar para indicar condición y tendencia en los pastizales. En las regiones áridas y semiáridas se expresa en materia seca acumulada por año (Díaz, 2007).

La fitomasa es considerada una variable útil para realizar investigaciones con el fin de conocer la dinámica en los ecosistemas, qué biodiversidad aportan al medio y el papel que desempeñan en el ciclo del carbono y la sostenibilidad. Así, varias estimaciones requieren de fitomasa como lo son los ciclos de nutrimentos, productividad y procesos espacio-temporales (Ferrés *et al.*, 1984; Terradas, 1991; Rapp *et al.*, 1999; Arthur *et al.*, 2001).

El uso de Rayzal 400® y Sustancias Húmicas como tratamientos para evaluar el establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril utilizando cuatro especies arbustivas; *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave scabra* (maguey áspero) y *Agave atrovirens* (maguey manso), se obtuvo que para la variable fitomasa aérea las especies que superaron al testigo fueron *Agave atrovirens* y *Atriplex canescens* (Niño, 2004).

Altunar (2013) cita la evaluación de fitomasa aérea en su estudio y las especies con mejores resultados fueron *Prosopis glandulosa* con 575 g y *Opuntia rastrera* con 517.39 g.

Pastizal

Es un tipo de ecosistema donde predomina la vegetación herbácea, arbustiva y boscosa que proporciona alimento y sustento al ganado, a los animales silvestres y, que por no ser propicia para el cultivo, constituye la fuente más barata de forraje; abarca desde los desiertos hasta las áreas de bosque abiertos, en los que se puede combinar el pastoreo con la explotación forestal, pasando por muchos tipos de vegetación. Un pastizal es la fuente principal en la producción ganadera, conservación de la biodiversidad existente en ella, acumulación y almacenamiento de carbono, mantiene el paisaje natural, además propicia la recreación y el desarrollo turístico (Cantú, 2010).

La Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP) define al pastizal como una comunidad vegetal renovable, fundamental para la producción de ganado, fauna y la conservación del suelo y agua (León, 1991).

Los pastizales son áreas de la superficie terrestre donde predominan zacates y hierbas con ausencia o escasa presencia de árboles. Estas áreas se encuentran principalmente en lugares donde la precipitación pluvial es muy baja pero con una alta productividad de sus suelos fértiles se han convertido en sitios ideales para la agricultura y producción de ganado (Manzano y List, 2006).

Isla de Fertilidad

Es un tipo especial de fragmentación en la vegetación con mayor densidad, comprenden desde uno a varios individuos de distintas especies de árboles, arbustos, leguminosas y, plantas que están establecidas bajo su copa, los cuales ocasionan un efecto positivo que indican el incremento en las poblaciones vegetales y microbianas, así como en la supervivencia de especies al promover microclimas adecuados para ellos (García y McKell, 1970; Tiedemann y Klemmedson, 1973; Virginia y Jarrel, 1983; Schelesinger *et al.*, 1990, Pugnaire *et al.*, 1996).

Según Tiedemann y Klemmedson (1973), en las islas de fertilidad existe una interacción planta-suelo, que tiene influencia directa al área bajo su copa, la cual se conforma de cuatro componentes estructurales que son los siguientes:

1. La planta formadora, puede ser uno o varios individuos de la misma especie, las cuales son importantes para la modificación del suelo en la fijación y mineralización de N_2 .
2. Las plantas establecidas bajo la copa de la planta formadora, pueden ser una o varias especies, regularmente son de menor tamaño, en algunos casos pueden rebasar el tamaño de la especie formadora.
3. Los micro y macro organismos, pueden ser artrópodos, isópodos, costras biológicas, bacterias y hongos asociados a las raíces o en vida libre.
4. Las especies animales asociadas a las plantas en la isla de fertilidad, se incluyen los insectos, aves y mamíferos pequeños.

Las islas de fertilidad, también conocidas como islas de recursos, son sitios donde se lleva a cabo la acumulación y descomposición de los residuos vegetales y animales; estas áreas están compuestas de materia orgánica en el suelo y nutrimentos, por la reducción y agotamiento de las condiciones ambientales extremas (García y McKell, 1970).

Las islas de fertilidad, se forman por la interacción de dos procesos competitivos, provocados por la perturbación de pastizales semiáridos:

1. Erosión eólica o hídrica en áreas con vegetación pobre.
2. La invasión de vegetación arbustiva facilitada por la desaparición de zacates, el consiguiente debilitamiento de la dinámica del fuego (Van Auken, 2000).

La base funcional de las islas de fertilidad radica en una relación de nodricismo, donde, las plantas de especies diferentes están protegidas por un arbusto de otra especie, los arbustos crean microambientes más favorables para otros organismos (Flores y Jurado, 2003).

Perroni (2007) cita el papel funcional de las islas de fertilidad en el almacenamiento y transformación de nutrimentos del suelo con modelos de

estudio utilizando dos especies: *Cercidium praecox* y *Prosopis laevigata* como especies formadoras de islas de fertilidad, las cuales tienen un papel importante en el funcionamiento del ecosistema en la regulación de la magnitud de almacenamiento y transformación del carbono y nitrógeno en el suelo. Las islas de fertilidad formadas por *Prosopis laevigata* almacenan y transforman mayor concentración de carbono y nitrógeno en el suelo. Además, existe mayor riqueza de especies vegetales en las islas de fertilidad formadas por *Prosopis laevigata*, comparadas con las formadas por *Cercidium praecox*.

La presencia de la planta nodriza beneficia a la vegetación existente en la isla de fertilidad para que ésta tenga un funcionamiento adecuado y se puedan transformar algunas propiedades y funciones del suelo para crear un microambiente más conveniente, logrando que en su interior se disminuya el estrés hídrico y se favorezca una realimentación constante de nutrientes, gracias a los mecanismos de captura y aporte de materia orgánica (Muñoz *et al.*, 2017).

Rehabilitación

La rehabilitación es un conjunto de prácticas y/o acciones culturales, que buscan rápidamente reparar los daños en las funciones de los diferentes tipos de ecosistemas con la finalidad de volver a establecer vegetación a su estado original, con el objetivo de perder menos suelo evitando la erosión, incorporar más agua de lluvia en el subsuelo, obtener más cosecha de agua, producir el forraje potencial para el sitio, mantener y recuperar la flora y fauna nativa. La rehabilitación en zonas áridas y semiáridas se realiza durante la época de lluvias, en donde intervienen factores diferentes como: temperatura, materia orgánica, textura del suelo, Ph y presencia de microorganismos en el suelo. Algunas de las prácticas que se han evaluado, la que ha obtenido mejores resultados es el trasplante de gramíneas utilizando obras de captación de agua en el subsuelo. La rehabilitación se puede realizar de dos maneras (Royo *et al.*, 2006):

Natural: Se realiza la rehabilitación de los potreros utilizando técnicas de manejo como: carga animal adecuada, nivel de utilización adecuado, descanso, rotación

y diferimiento de potreros, distribución del pastoreo, combate de arbustivas invasoras y/o plantas tóxicas.

Artificial: Se puede rehabilitar las áreas, por medio de la dispersión de semillas o por medio del trasplante de las especies forrajeras, con obras de conservación de suelos y humedad.

Otra de las opciones para la rehabilitación de pastizales es a través de las prácticas mecánicas, donde se hace el uso del rodillo aereador rehabilitador, el cual proporciona buenos resultados. Con la utilización de este implemento se han recuperado pastizales degradados, ocasionando la reaparición de especies nativas en base al banco de semillas existente en el suelo. El rodillo aereador es una técnica para rehabilitar pastizales y praderas erosionados por medio de la remoción de la costra del suelo, incremento en la infiltración y captación de agua en el subsuelo (Berlanga, 2009).

León (2009) cita que el uso del rodillo triturador tiene efectos positivos en la rehabilitación de pastizales degradados ya que disminuye hasta un 25.8 por ciento la cobertura de arbustivas en las laderas. Siendo la ladera media la que obtuvo mejores resultados con un descenso de 38.1 por ciento de cobertura. Además, nos menciona a la gobernadora (*Larrea tridentata*) como la mejor especie que mostró respuesta con el rodillo obteniendo un decremento de 18.6 por ciento de cobertura. Sin embargo, los zacates también indican un efecto positivo con el uso de este implemento, obteniendo un incremento de 11.7 por ciento en cobertura. De igual manera, nos menciona que la cobertura del suelo obtuvo un incremento de 13.2 por ciento. Por lo tanto, la utilización del rodillo triturador tiene efectos positivos en la producción de forraje en las laderas media y baja con un incremento de 252 kg/ha.

La rehabilitación es utilizada para indicar cualquier acto de mejoramiento de un área degradada, la cual no implica llegar a recuperar su estado original, consiste en el incremento de la densidad, cobertura, calidad y cantidad, de los factores de la productividad de un sistema, en base a una sucesión secundaria (INE, 1994).

Las orientaciones geográficas en la rehabilitación de pastizales degradados son de gran importancia ya que tienen efecto positivo bajo el dosel de la nodriza. En *Larrea tridentata*, se encontró que las cuatro orientaciones se mostraron superiores al establecer arbustos forrajeros comparados con el testigo; se tiene como la mejor orientación a la NE (Ramos, 2011).

Por otro lado, también se puede considerar a la rehabilitación como cualquier acción realizada para la recuperación de la funcionalidad de los servicios ambientales de todos los elementos que conforman la estructura de un ecosistema, sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica a una condición natural original (Aguirre *et al.*, 2007).

Paz (2009) indica que, de acuerdo a su estudio, es más recomendable realizar la rehabilitación de arbustos en áreas degradadas, en la estación de verano, bajo el dosel de la planta nodriza, con orientaciones Noreste y Sureste, utilizando las especies *Agave atrovirens* y *Opuntia rastrera* para obtener la mayor sobrevivencia y crecimiento de las especies debido a que en esta época del año se tienen mejores condiciones de precipitación y humedad.

Facilitación

Se entiende por facilitación al fenómeno mediante el cual interactúan de manera positiva las especies de plantas, generalmente entre especies leñosas y herbáceas o plántulas, mejorando la sobrevivencia, crecimiento y las condiciones microambientales de temperatura, humedad, sombra, etc. Además de que contribuyen a la mejora del suelo y atracción de polinizadores (Callaway, 1995).

Samour (2012) cita que la utilización de *Larrea tridentata* (gobernadora) para la facilitación de especies vegetales en los valles del altiplano potosino, desempeña un papel muy importante en el establecimiento y recuperación de la diversidad de comunidades vegetales, donde nos muestra que las plantas establecidas bajo el dosel de *Larrea tridentata* registraron un mejor estado ecofisiológico comparadas con las plantas que se establecieron en los espacios no cubiertos por esta especie. Se seleccionaron diez paisajes para este estudio y se observó

que *Larrea tridentata* incrementa la diversidad local de las comunidades al permitir la presencia de especies de plantas que no pudieron establecerse en el área cubierta. Además, indica que de 39 especies vegetales perennes utilizadas, 13 de ellas sólo se encontraron bajo el dosel de *Larrea tridentata*. Esto significa que más del 30 por ciento de la riqueza de especies perennes en los valles aluviales de esta región depende de la presencia de *Larrea tridentata*. Sin embargo, más del 70 por ciento de estas especies se presentaron con mayor frecuencia debajo de la planta nodriza en comparación con los espacios abiertos.

Las orientaciones NE y SE son las mejores al utilizar una planta nodriza para la facilitación de especies bajo su dosel, obteniendo un mayor crecimiento en *Agave atrovirens*, *Agave salmiana* y *Opuntia rastrera* en la estación de otoño (Cruz, 2009).

Restauración Ecológica

La restauración ecológica es una actividad práctica para la recuperación de un ecosistema natural que ha sido degradado, dañado o destruido, logrando restablecer una parte de los componentes básicos de su estructura, funcionamiento y la composición de especies de plantas y animales que se encuentran dentro de esta área (Vargas, 2007).

La reducción de servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas, como son la captación de agua, fijación de CO₂, biodiversidad, etc., han sido consecuencia del mal manejo, degradación y destrucción de los ecosistemas, por medio de las malas prácticas agrícolas, ganadería extensiva y explotaciones no sustentables.

El manejo de los ecosistemas por medio de la conservación y restauración ecológica es la manera más recomendable para solucionar los procesos de degradación y pérdida de la biodiversidad. Desde luego se tienen que restaurar paisajes, ecosistemas, comunidades y poblaciones de flora y fauna.

La restauración ecológica pretende el restablecimiento y recuperación integral de las características previas a la degradación de un ecosistema, el cual se logra siempre y cuando se conserven extensiones grandes de ecosistemas naturales

en donde se encuentran la mayor cantidad de especies en escala local y regional (Vargas, 2011).

La restauración ecológica juega un papel muy importante en la recuperación y restablecimiento de los ecosistemas naturales, ya que a través de este proceso se logra rescatar una parte importante de este paisaje y todos los individuos que lo componen, así mismo se incluyen a las personas quienes de alguna manera han contribuido y aportado diferentes mecanismos para la restauración ambiental, además de comprender lo valioso que es explotar a la naturaleza misma para obtener múltiples bienes y beneficios (Ceccon y Pérez, 2016).

Un ejemplo de un estudio realizado acerca de la restauración ecológica participativa, que se llevó a cabo en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) en las tierras comunales en el Estado de Michoacán, occidente de México, tuvo como objetivo la recuperación de áreas cubiertas por ceniza volcánica de la erupción del volcán Parícutín en 1943, que tuvo una duración de nueve años. Este trabajo se logró con el apoyo de la Dirección Técnica Forestal de la comunidad, con el establecimiento de especies arbóreas nativas del género *Pinus* (Nepote *et al.*, 2011).

Desertificación

La palabra desertificación apareció por primera vez en 1949, al realizar estudios de degradación ambiental en regiones áridas, los cuales describen el reemplazo de los bosques por sabanas en África (Intergovernmental Negotiating Committee for the Elaboration of an International Convention to Combat Desertification [INCD], 1994b).

La desertificación es la degradación de suelos, que cada vez más va en aumento erosionando las tierras productivas. Este proceso se presenta de acuerdo a las diferentes áreas del suelo degradado, ocasionado por las sequías, las malas acciones del hombre y la explotación irracional de los recursos naturales.

Las Naciones Unidas vinculado a la Convención de Lucha contra la Desertificación ha definido a dicho concepto como el proceso de degradación de

las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Es una sucesión continua de pérdida de productividad del suelo y disminución de la cubierta vegetal como consecuencia de las actividades humanas y de las variaciones climáticas, tales como sequías prolongadas e inundaciones.

La degradación de estas tierras es provocada por la reducción y pérdida de la productividad biológica o económica, el mal manejo de las tierras agrícolas, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada por los sistemas de utilización de la tierra, mediante un proceso o combinación de procesos, incluyendo los resultados de las actividades humanas y tipos de asentamientos humanos (Ruiz y Flebes, 2004).

Para Granados *et al.* (2013), la desertificación es un proceso de degradación de la capacidad productiva de las tierras de zonas áridas y semiáridas del mundo, que resulta de factores climáticos, además de los efectos de las actividades humanas como la deforestación, el sobrepastoreo irracional, el mal uso de áreas agrícolas y la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico. El aumento de la población humana y la extracción ilegal de animales en vida silvestre, provoca una disminución y agotamiento del agua en el subsuelo.

Importancia de la Vegetación

La vegetación es muy importante porque proporciona múltiples beneficios al hombre para poder ser aprovechados de diferentes maneras, como la obtención de materias primas y diferentes productos. Además de que la vegetación contribuye a la captación de recursos acuíferos, prevención de inundaciones y plagas, mantiene la pureza del aire y el agua, evita la pérdida o extinción total de especies de flora y fauna existentes en los distintos ecosistemas y el más importante, actúa como un obstáculo en la erosión y pérdida del suelo, ya que en un suelo descubierto sin o con poca vegetación su proceso de erosión es más rápido el desprendimiento de las partículas del suelo, en comparación con un suelo cubierto de especies vegetales (Rzedowski, 2006).

Importancia de la Planta Nodriz

La utilización de nodrizas en las zonas áridas y semiáridas para la rehabilitación de áreas deterioradas permite obtener resultados factibles al proporcionar las condiciones favorables para el establecimiento y crecimiento de las especies debajo de la planta nodriza, regulando la temperatura, la radiación solar, una mejor concentración de mantillo orgánico y humedad necesaria para su desarrollo. Al utilizar *Larrea tridentata* como planta nodriza se obtienen resultados favorables para el crecimiento de otras especies bajo su dosel, siendo la NE la mejor orientación con las especies *Agave atrovirens* y *Opuntia rastrera* con mayor porcentaje de sobrevivencia (Cruz, 2017).

Importancia de los Pastizales

Los pastizales son ecosistemas que contribuyen a la obtención de servicios ambientales, los cuales son muy indispensables para la vida cotidiana de los seres vivos, dentro de estos servicios está la filtración, captura y almacenamiento de agua de lluvia en ríos, manantiales y acuíferos, volviendo el agua disponible para el consumo humano, animal o para riego; la producción de alimentos con sistemas agrícolas y pecuarios; la extracción de productos en vida silvestre, como fibras, ceras, plantas medicinales, alcoholes, condimentos y madera; la captura del bióxido de carbono a partir de combustibles fósiles disminuyendo así la presencia de gases de efecto invernadero en la atmosfera; son los encargados de mantener las poblaciones de depredadores y controladores de plagas en los cultivos, disminuyendo el uso de productos químicos. Son tantos los recursos y beneficios que podemos obtener con este tipo de vegetación que sin duda alguna son una parte fundamental para todos los seres vivientes que se encuentran alrededor de esta área ya que proveen espacio, refugio y alimento a las diferentes especies de fauna que pueden vivir allí (Aguirre *et al.*, 2007).

Los pastizales son muy importantes en primer lugar por la gran superficie que ocupan, ya que es uno de los ecosistemas más grandes en el planeta tierra, por medio de los pastizales se puede obtener el forraje para la alimentación del ganado en pastoreo y además se proveen alimentos para la humanidad a partir

de la carne, frutos, semillas, condimentos, especias y antibióticos. Los pastizales son la fuente principal en la formación de cuencas hidrológicas ya que en ellas se produce la mayor cantidad de forraje, el cual recibe la precipitación pluvial incrementando la infiltración de agua en el subsuelo para el abastecimiento de los manantiales y depósitos de agua, contribuyendo a la recarga de los mantos acuíferos. Los pastizales son la fuente principal para el hábitat de la fauna silvestre, muchas de las especies de animales se encuentran habitando las extensas áreas de pastizales ya que es ahí donde se encuentra una mayor diversidad de especies forrajeras que constituyen la dieta principal de los animales en vida silvestre. El ecosistema del pastizal ayuda a la mitigación del impacto ambiental, contribuyen a la disminución del calentamiento global y evitan la erosión de los suelos. En los pastizales se pueden obtener combustibles y madera para la construcción de viviendas en el medio rural (Cantú, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

Ubicación

Esta investigación inició en el año 2011 con la plantación de arbustos y este trabajo es el resultado de los datos obtenidos del año 2013; el trabajo de campo se realizó en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en el municipio de Saltillo, Coahuila, México, a 48 km al sur de la ciudad, ubicado entre los 25° 06' 30'' latitud norte y 100° 59' 18'' longitud oeste, con una altitud de 2150 msnm (Pérez, 2012). Dentro del rancho se trabajó en el potrero número 11.



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, Municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Clima

El Rancho Los Ángeles, según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004) presenta la fórmula climática BSo kw (e'), donde BSo indica que tiene un clima de los más secos de este grupo, con un cociente

precipitación/temperatura mayor de 22.9 mm/16°C. La letra k de la fórmula indica el régimen de temperatura, el cual es templado con verano cálido pero a su vez extremo (e'), con oscilaciones anuales entre siete y 14° C. La letra w indica la existencia de dos temporales de lluvia durante el año. La primera se presenta en los meses de mayo a octubre, que representa el 86.7 % del total anual y la segunda pertenece a los meses de noviembre a abril, con lluvias ligeras y rocío, lo que representa el 13.3 % de la precipitación total (Pérez, 2012). El servicio meteorológico de la UAAAN reporta en promedio 299 mm de lluvias durante el año, entre los meses de mayo a septiembre (Pérez, 2012).

Topografía

La superficie está dividida por relieves donde se distinguen tres posiciones: laderas, piedemonte y valles, que se conocen como valle norte y valle sur (Vázquez, 2011).

Suelos

El Rancho Los Ángeles, según su topografía, está dividido en valle, piedemonte y ladera, en base a esto observamos características diferentes de suelo. En el valle se aprecian suelos con horizonte superficial de color oscuro al café rojizo, en lo más profundo, rico en materia orgánica. En el piedemonte se logran observar suelos uniformes en todo el perfil, de color obscuro, formados principalmente por humus oscuro rico en materia orgánica, con textura de franco – arcillosa a franca. En las laderas los suelos no representan horizontes de diagnósticos, han sufrido erosiones debido a las pendientes fuertes, en donde se observa afloramiento rocoso y su capa de suelo es delgada, con un color oscuro con grandes cantidades de rocas (Pérez, 2012).

Vegetación

En el Rancho Los Ángeles hay abundante vegetación, la que se agrupa en 12 tipos, los que se mencionaran a continuación (Pérez, 2012).

1. Bosque Aciculifolio de *Pinus cembroides* (pino piñonero). También se encuentran especies arbustivas como *Quercus pringlei* (encinillo). Tiene una pendiente fuerte.
2. Bosque Rosetófilo de *Yucca faxoniana* (palma samandoca). En la superficie de ese suelo se encuentra *Lycurus phleoides* (zacate lobero), *Aristida curvifolia* (zacate tres barbas picoso), *Muhlenbergia rigida* (zacate liendrilla morada) y *Bouteloua gracilis* (zacate navajita azul).
3. Matorral Cilindrocaule Espinoso de *Cylindropuntia imbricata* (coyonoxtle). A esta superficie se asocian las herbáceas como *Asclepias brachystephana* (lechosillo), *Thymophylla pentacheata* (limoncillo) y *Panicum hallii* (zacate rizado) que está uniforme en el lugar, por su suelo que es plano.
4. Matorral Esclerófilo de *Quercus intricata* (charrasquillo). Se encuentran herbáceas como *Bouteloua uniflora* (zacate banderita simple) y *Muhlenbergia rigida* (zacate liendrilla morada).
5. Matorral Esclerófilo de *Quercus pringlei* (encinillo). Se encuentran herbáceas como *Muhlenbergia* (zacates del género) y *Chrysactinia mexicana* (hierba de San Nicolás).
6. Matorral Parvifolio Inerme de *Flourensia cernua* (hojasén). Con herbáceas tales como *Bouteloua gracilis* (zacate navajita azul) y *Aristida divaricata* (zacate pobreza).
7. Matorral Rosetófilo de *Agave lechuguilla* (lechugilla). Solamente con una herbácea la *Muhlenbergia rigida* (zacate liendrilla morada).
8. Matorral Rosetófilo de *Dasyilirion palmeri* (sotol). En esta superficie se encuentran especies arbustivas como la *Nolina cespitifera* (cortadillo) y en el herbáceo el género de *Aristida*.
9. Pastizal Amacollado de *Aristida curvifolia* (zacate tres barbas perenne). El suelo es ligeramente ondulado, donde se presenta buena cobertura vegetal y una erosión moderada.

10. Pastizal Mediano Abierto de *Muhlenbergia repens* (zacate aparejo) con perrito llanero. Esta superficie es de condición pobre.
11. Pastizal Mediano Abierto de *Muhlenbergia repens* (zacate aparejo) sin perrito llanero. Tiene una alta de retención de humedad y una alta capacidad para evitar escurrimientos que causen erosión por su cobertura vegetal, se encuentran especies importantes como el *Bouteloua dactyloides* (zacate búfalo) y *Muhlenbergia arenicola* (zacate arenero).
12. Pastizal Mediano Abierto de *Bouteloua curtipendula* var. *premier* (zacate banderita premier). Esta superficie se encuentra con una densidad considerable de *Bouteloua gracilis* (zacate navajita azul).

Materiales

En el presente estudio, del año 2013, se utilizó como planta nodriza a *Flourensia cernua* (hojasén). Las siete especies arbustivas que se plantaron bajo su dosel y evaluaron posteriormente fueron las siguientes: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Agave scabra* (maguey áspero), *Agave salmiana* (maguey salmiana) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

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

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

Nomenclatura de los Tratamientos

A los tratamientos se les asignó la nomenclatura siguiente:

T0= Testigo (T)

T1= Noreste (NE)

T2= Sureste (SE)

T3= Suroeste (SO)

T4= Noroeste (NO)

La nomenclatura de las especies es la siguiente:

AC= *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN= *Atriplex numularia* (numularia)

AS= *Agave scabra* (maguey áspero)

AA= *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG= *Prosopis glandulosa* (mezquite)

ASA= *Agave salmiana* (maguey salmiana)

OR= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Metódica

Para seleccionar la planta nodriza, que en este caso fue el hojásén (*Flourensia cernua*), se utilizó el Punto Central de Cuadrante. Bajo la copa de este arbusto se establecieron, en 2011, las siete especies arbustivas que son: mezquite (*Prosopis glandulosa*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*) maguey manso (*Agave atrovirens*), maguey áspero (*Agave scabra*) maguey salmiana (*Agave salmiana*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*). Estas siete especies de arbustos se plantaron en cuatro orientaciones geográficas: NE, SE, SO y NO bajo el dosel de la especie nodriza, utilizando 10 individuos por cada una de las especies.

Plantación

Una vez seleccionada el área a utilizar en este experimento, se procedió a ejecutar la plantación de las siete especies de arbustos, siendo el mes de octubre de 2011 como fecha inicial; se establecieron 280 plantas las cuales fueron distribuidas en 28 líneas de 10 arbustos de la misma especie en cada línea y además debidamente ubicada en la misma orientación geográfica.

Como punto de referencia se procedió al establecimiento del testigo el cual consistió de 10 arbustos de cada especie en siete líneas pero sin considerar a la planta nodriza, lo que arrojó que se plantaran 70 arbustos más; en total se plantaron 350 arbustos.

Al momento de la plantación de los arbustos, se aplicó heces de borrego como abono sólo a los primeros cinco individuos de cada línea, mientras que a los cinco restantes no se les aplicó este tratamiento.

También, durante la plantación de cada arbusto se le agregó un litro de agua y se hizo un cajete para la captación de agua de lluvia.

Toma de Datos

La toma de datos se programó en base a cada estación, primavera, verano, otoño e invierno, para la medición de los parámetros evaluados; estos datos corresponden al año 2013 en las fechas siguientes:

- 21 de febrero (Invierno)
- 13 de mayo (Primavera)
- 26 de julio (Verano)
- 5 de diciembre (Otoño)

Parámetros Evaluados

Para las siete especies de arbustos se valoraron los mismos parámetros: cobertura aérea, sobrevivencia, crecimiento, efecto del abono, orientación geográfica y fitomasa aérea.

La sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono y orientación geográfica son parámetros que se evaluaron en cada estación del año, mientras que la fitomasa aérea fue únicamente en la estación de otoño, sólo una vez por año.

Sobrevivencia

Se determinó contabilizando los arbustos que se mantuvieron vivos durante el período de un año.

Crecimiento

Para determinar el crecimiento se hizo uso de un vernier con el que se midió el incremento del diámetro de los tallos, para el caso del nopal y maguey el crecimiento fue medido en las pencas con la ayuda de cinta métrica (Niño, 2004), la medición de este parámetro fue ejecutada en las cuatro estaciones del año.

Cobertura Aérea

Para la medición de la cobertura se utilizó la fórmula de una elipse: ($\pi \times r1 \times r2$), para lo cual primeramente se midieron tanto diámetro menor como el mayor de cada especie establecida, dentro y fuera del dosel de la planta nodriza, todo esto en las cuatro estaciones del año.

Abono

Como abono se utilizó el excremento de borrego el que se añadió en la plantación de las siete especies en el año 2011, sólo se les aplicó a los primeros cinco arbustos de cada línea y a los otros cinco no se les aplicó dicho abono. El resultado de la aplicación del abono se determinó mediante la media de sobrevivencia del total de individuos, por especie, contra los que no se le aplicó el abono de borrego.

Fitomasa Aérea

La fitomasa aérea se midió para las distintas especies únicamente en la estación de otoño y para lograr la evaluación de este parámetro se utilizó la técnica de

Adelaida (Andrew *et al.*, 1979), la cual permite estimar el peso del forraje de arbustos y para lograrlo se cortó y se sostuvo en la mano una porción de la planta donde se procedió a estimar cuantas veces esta unidad cabe dentro de la misma, se guardó en una bolsa de papel la parte que se cortó de la planta, luego se procedió a llevarla al laboratorio para pesarla en una balanza analítica, el peso obtenido de la muestra es multiplicado por el cálculo que se realizó previamente del número de veces que la muestra cabía dentro de la planta.

Orientación Geográfica

La plantación de las siete especies de arbustos se hizo bajo el dosel de la nodriza en cada orientación geográfica (NE, SE, SO y NO); en total fueron 280 arbustos plantados en 28 líneas.

Diseño y Análisis Estadístico

Estadística Descriptiva

Para evaluar cobertura aérea, crecimiento, fitomasa aérea, sobrevivencia, orientación geográfica y efecto del abono, se obtuvieron las medidas de tendencia central, media mediana y moda (Moore, 2000) así como también la variabilidad: desviación estándar y coeficiente de variación (Corona y Tovar, 2000), todo esto fue ejecutado con el programa estadístico NCSS 12.

El análisis realizado fue para todas las especies así como también para el testigo comparándose con cada una de las especies en cada estación del año y en cada orientación geográfica.

Se presentan los resultados primeramente en un análisis general para los parámetros de cobertura aérea y crecimiento para las cuatro estaciones del año ($n= 1400$), mientras que para la variable fitomasa aérea, únicamente se efectuó en la estación de otoño (Tablas A1 – A4).

Una segunda evaluación se realiza con un análisis específico para cobertura aérea y crecimiento por especie, para las cuatro estaciones del año ($n= 700$) y para fitomasa aérea sólo en el otoño (Tablas A5 – A8).

En la tercera evaluación se realizó una comparación de medias en todas las estaciones del año de acuerdo a la orientación geográfica para todas las especies.

De la cuarta evaluación se presenta el efecto del abono sobre la sobrevivencia de las especies plantadas, efectuando una comparación en las cuatro estaciones del año (Tablas A9 - A12).

Estadística Comparativa

Para la estadística comparativa se empleó el criterio de decisión de t-student, donde se analizaron las pruebas de comportamiento entre los distintos tratamientos, esto se utilizó como prueba de rango múltiple para determinar cuáles eran las significancias ($= \neq < >$) entre tratamientos. Se comparan las medias de los tratamientos contra el testigo para cada una de las orientaciones geográficas (NE, SE, SO, NO), también para las cuatro estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño) para las variables de crecimiento (cm) y cobertura aérea (cm²). La fitomasa aérea (g) sólo se evaluó al final del año, en el otoño (Tablas 5-8).

Además, se calcularon los porcentajes de sobrevivencia de cada una de la especies utilizando la estadística no paramétrica (Tablas 9-13), lo cual se realizó en la estación de otoño (Estrada, 2006).

Estadística Correlacional

Para poder analizar el grado de relación que existe entre las variables en estudio se realizó una correlación de tipo lineal con la utilización del programa NCSS 12 (Spiegel y Stephens, 2002).

Estadística Integral

Análisis de Factores

Se utilizó el programa NCSS 12 y una tabla de factores con el objetivo de integrar las variables en estudio para poder determinar cuál variable es la más importante y representativa de acuerdo a las significancias pero también la relación que

presenta con las demás, con el objetivo de inferir el comportamiento de la población en general.

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Efecto de la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta Nodriz

Estación de Invierno, 21 de Febrero de 2013

Cobertura aérea de todas las especies

En la Fig. 2 (Tabla A1) apreciamos que la mayor cobertura, tomando como referencia al testigo, la muestra la orientación NE en una proporción de 1.69 veces más. La orientación NO fue superior a comparación del testigo por 1.30 veces. La orientación SO presentó 1.11 veces más cobertura aérea que el testigo y para la última orientación, la SE, superó al testigo en 1.07 veces.

Según los resultados obtenidos para cobertura aérea, la orientación NE muestra un mejor comportamiento en esta estación del año, además, todas las orientaciones superaron al testigo.

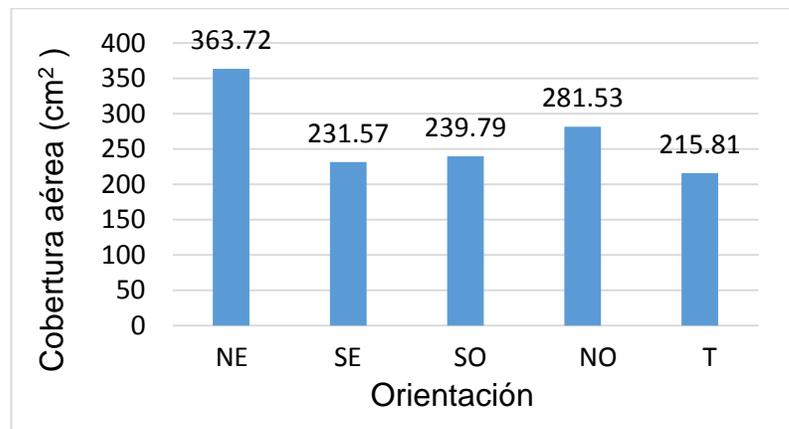


Figura 2. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Crecimiento de todas las especies

En la variable crecimiento, se presentó que la orientación con mayor crecimiento, comparado con el testigo, fue la NE con una diferencia de 1.24 veces más. Le sigue la orientación SE que superó al testigo en 1.04 veces, mientras que las orientaciones SO y NO fueron superadas por el testigo en 1.07 y 1.06 veces,

respectivamente (Fig. 3; Tabla A1).

En base a los resultados de esta estación se observa que la orientación NE es la de mejor comportamiento en el crecimiento, seguida por la SE.

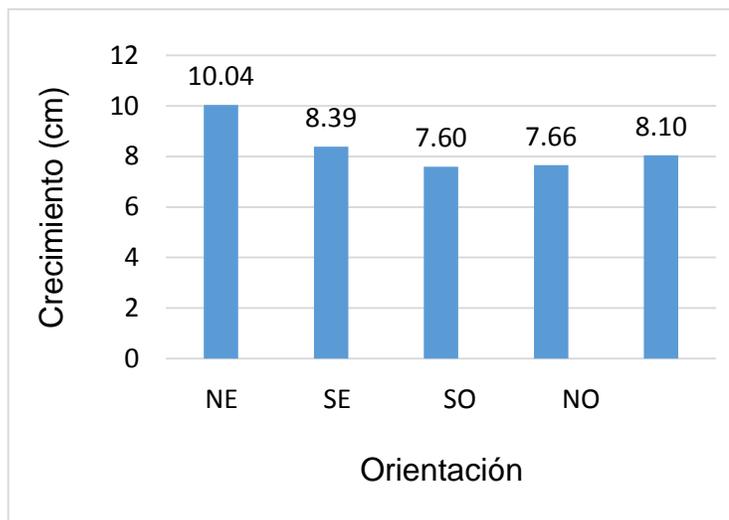


Figura 3. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Estación de Primavera, 13 de Mayo de 2013

Cobertura aérea de todas las especies

La Fig. 4 (Tabla A 2) muestra los datos obtenidos con la segunda lectura correspondiente a la estación de primavera, en la cual se observó que la orientación NE obtuvo una diferencia de 1.67 veces más cobertura aérea con referencia al testigo. La orientación SE alcanzó una diferencia mayor que el testigo de 1.45 veces y la orientación SO fue mayor que el testigo en 1.21 veces. Sin embargo, el testigo fue superior a la orientación NO en 1.09 veces.

De acuerdo a los datos arrojados, se indica que las orientaciones NE y SE fueron las que obtuvieron mejores resultados en cobertura aérea en la estación de primavera.

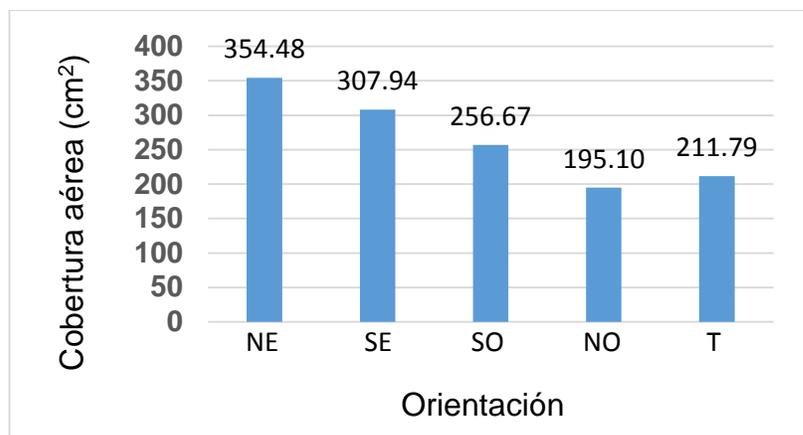


Figura 4. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Crecimiento de todas las especies

Se observó que la orientación con mayor crecimiento fue la NE con una diferencia de 1.24 veces más que el testigo, en cuanto a las orientaciones SE, SO y NO fueron inferiores al testigo ya que éste las superó en 1.01, 1.08 y 1.30 veces, respectivamente (Fig. 5; Tabla A 2).

En base a los resultados, se interpreta que la orientación NE fue superior en crecimiento en esta estación del año.

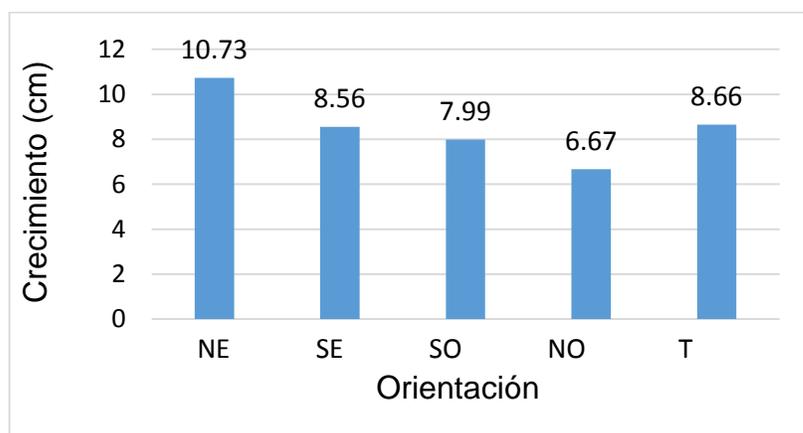


Figura 5. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Estación de Verano, 26 de Julio de 2013

Cobertura aérea de todas las especies

En la Fig. 6 (Tabla A 3) se aprecia que la orientación NE presenta mayor cobertura aérea con referencia al testigo en 1.86 veces. La orientación SE obtuvo 1.43 veces y la orientación SO 1.13 veces más que el testigo, respectivamente. Mientras que la NO fue inferior al testigo resultando este superior en 1.02 veces a dicha orientación.

La orientación NE fue la mejor en base a la variable de cobertura aérea en la estación de verano, seguida de la SE.

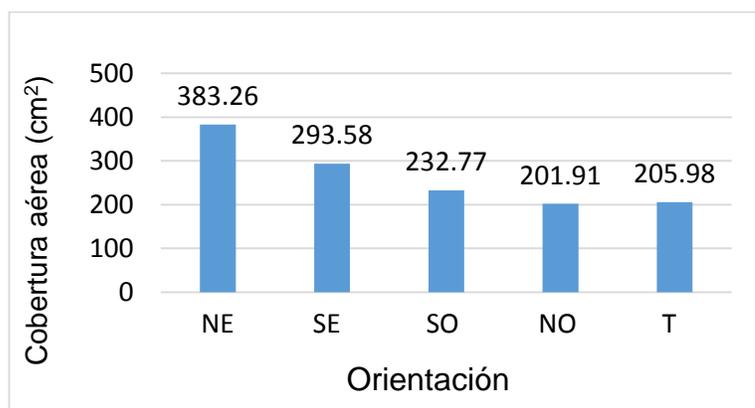


Figura 6. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Crecimiento de todas las especies

En esta tercera lectura, relativa a la estación de verano, se muestra que la orientación NE obtuvo el mayor crecimiento con 1.25 veces más que el testigo. Las orientaciones SE, SO y NO fueron inferiores al testigo, pues éste las superó en 1.06, 1.15 y 1.52 veces, respectivamente (Fig. 7; Tabla A 3).

Estos resultados muestran que la NE es la orientación más conveniente para el crecimiento de los arbustos en esta estación del año.

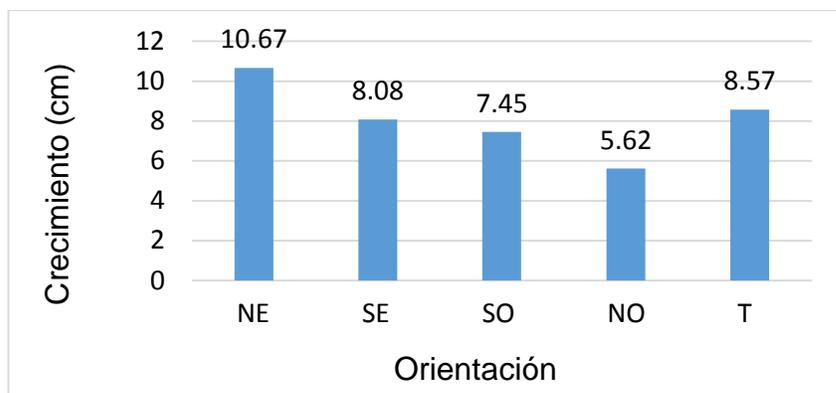


Figura 7. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Estación de Otoño, 5 de Diciembre de 2013

Cobertura aérea de todas las especies

En la Fig. 8 (Tabla A 4) se observa que en esta época de año, la orientación NE fue mayor con 2.79 veces en comparación al testigo. Las orientaciones SE, SO y NO fueron mayores que el testigo en 1.80, 1.44 y 1.10 veces, respectivamente.

La orientación más favorable para obtener la mayor cobertura aérea en esta estación del año fue la NE y en segundo lugar la SE.

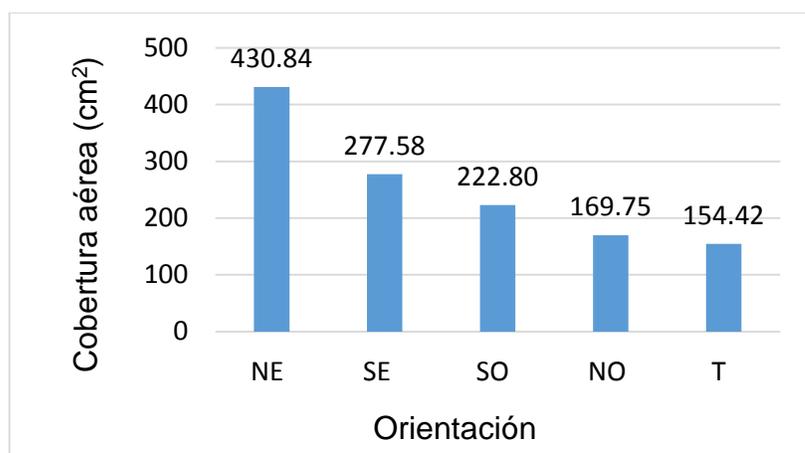


Figura 8. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Crecimiento de todas las especies

En la cuarta y última lectura del año, correspondiente a la estación de otoño, se observó que la orientación NE fue la mayor, en comparación del testigo con 1.26 veces. Las orientaciones SE, SO y NO fueron inferiores al testigo con diferencias de 1.007, 1.11 y 1.45 veces a favor del testigo (Fig. 9; Tabla A 4).

Observamos claramente que la única orientación que fue superior en presentar mayor crecimiento que el testigo es la NE.

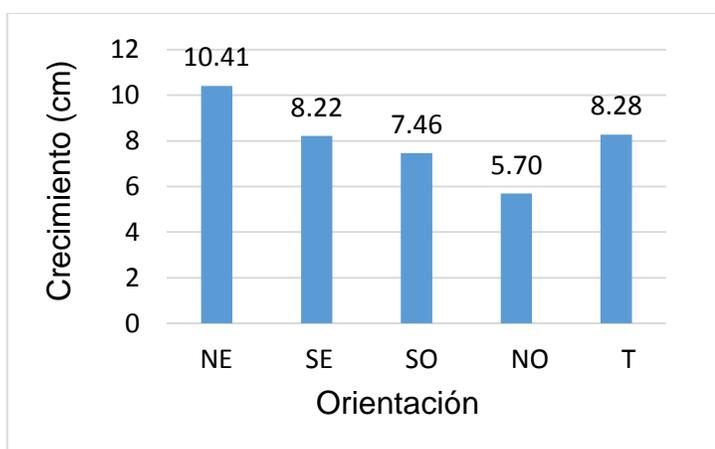


Figura 9. Comparación de medias de crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Fitomasa aérea de todas las especies

Para esta variable de fitomasa aérea que se registró una sola vez al año, en la estación de otoño, se observó que la orientación NE con 1.58 veces fue mayor que el testigo. La orientación SE fue superior al testigo con diferencia de 1.04 veces y, las orientaciones SO y NO fueron inferiores al testigo con diferencias de 1.09 y 1.85 veces, respectivamente (Fig. 10; Tabla A 4).

La orientación mejor para lograr mayor fitomasa aérea en esta estación del año es la NE, seguida de la SE.

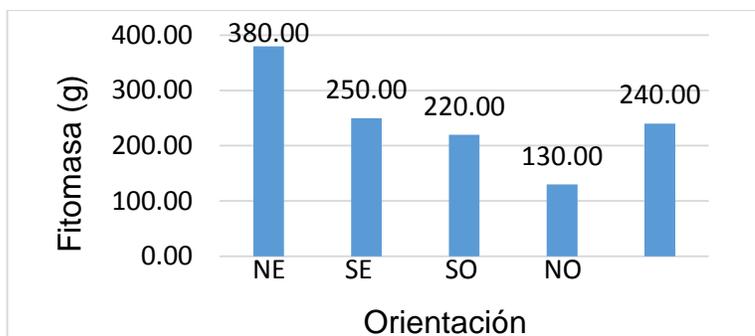


Figura 10. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas con respecto al testigo, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

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

Estación de Invierno, 21 de Febrero de 2013

Se pueden apreciar los resultados de las medias en la Fig. 11 (Tabla A 5), las especies que alcanzaron una mayor **cobertura aérea (cm²)** fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS); *Opuntia rastrera* (OR) y *Prosopis glandulosa* (PG) mostraron resultados muy bajos. Las que no lograron sobrevivir fueron *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA).

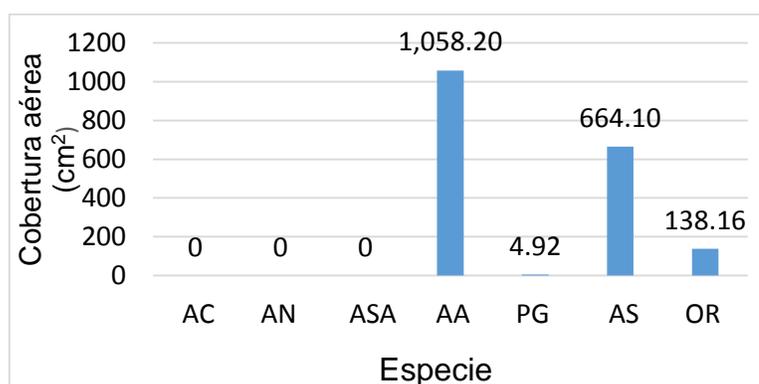


Figura 11. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Para **crecimiento (cm)**, la Fig.12 (Tabla A 5) presenta que solamente tres especies tuvieron un comportamiento muy favorable que fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR), a comparación con la especie *Prosopis glandulosa* (PG) que obtuvo bajo crecimiento. A su vez, las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron.

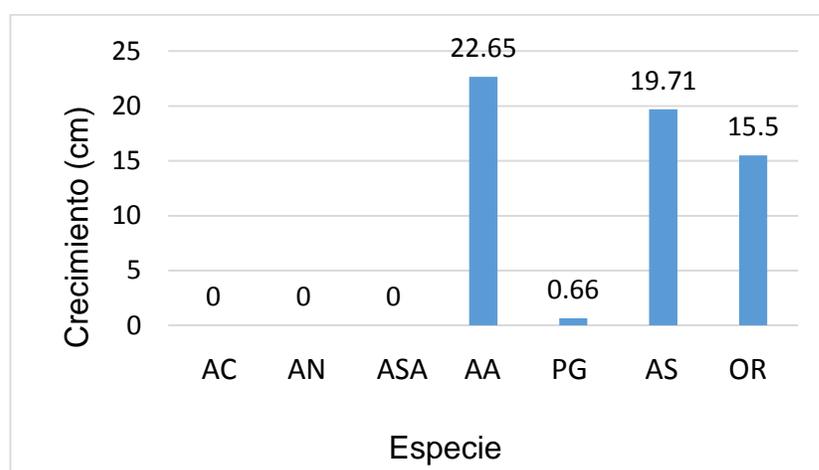


Figura 12. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Estación de Primavera, 13 de Mayo de 2013

En la Fig. 13 (Tabla A 6) se muestran las medias obtenidas por las especies que sobresalieron en la variable de **cobertura aérea (cm²)** que fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS); por otro lado, *Opuntia rastrera* (OR) y *Prosopis glandulosa* (PG) fueron inferiores. Las especies que no pudieron sobrevivir fueron *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA).

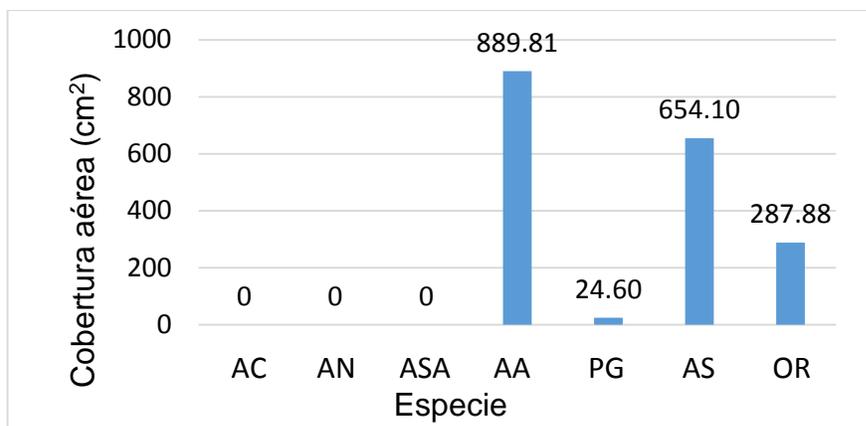


Figura 13. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

En la variable de **crecimiento (cm)** que se presenta en la Fig. 14 (Tabla A 6) las especies que sobrepasaron a las demás con un mayor crecimiento fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) a comparación de *Prosopis glandulosa* (PG) que obtuvo un valor bajo, mientras que las otras especies no sobrevivieron: *Atriplex canescens* (AC), (*Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA).

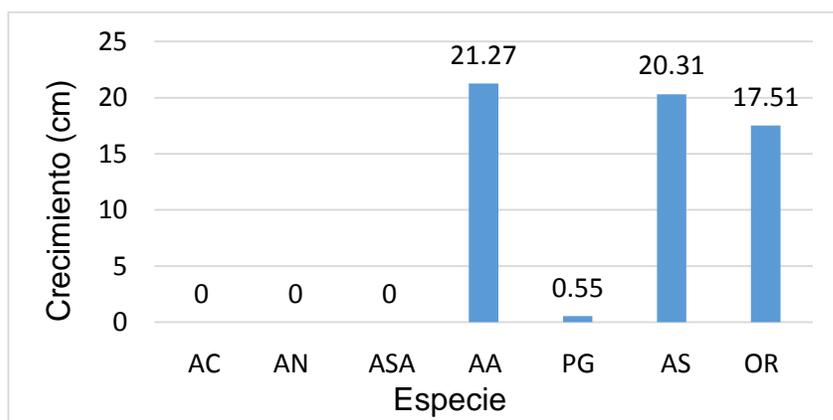


Figura 14. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Estación de Verano, 26 de Julio de 2013

Para la **cobertura aérea (cm²)** en esta época del año, observamos en la Fig. 15 (Tabla A 7), que las especies más destacadas para esta variable son *Agave*

atrovirens (AA) y *Agave scabra* (AS); en cuanto a las especies *Opuntia rastrera* (OR) y *Prosopis glandulosa* (PG) fueron inferiores en cobertura aérea y las especies que no sobrevivieron son *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA).

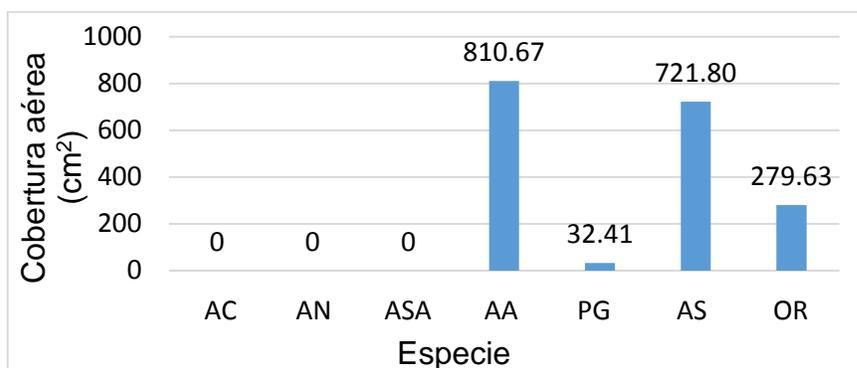


Figura 15. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

En la variable **crecimiento (cm)** las especies *Opuntia rastrera* (OR), *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS), en ese orden, registraron el mayor crecimiento y con poco crecimiento la especie *Prosopis glandulosa* (PG), mientras que las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no pudieron sobrevivir (Fig. 16; Tabla A 7).

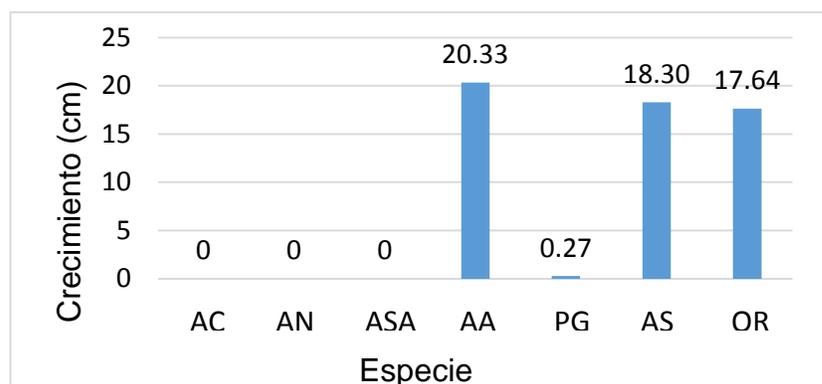


Figura 16. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Estación de Otoño, 5 de Diciembre de 2013

Para la última estación del año, se presenta en la Fig. 17 (Tabla A 8), la **cobertura aérea (cm²)**, donde se aprecia que las especies *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) fueron las más favorecidas; en cuanto a *Opuntia rastrera* (OR) y *Prosopis glandulosa* (PG) fueron inferiores en su cobertura aérea. Las especies que no sobrevivieron fueron *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA).

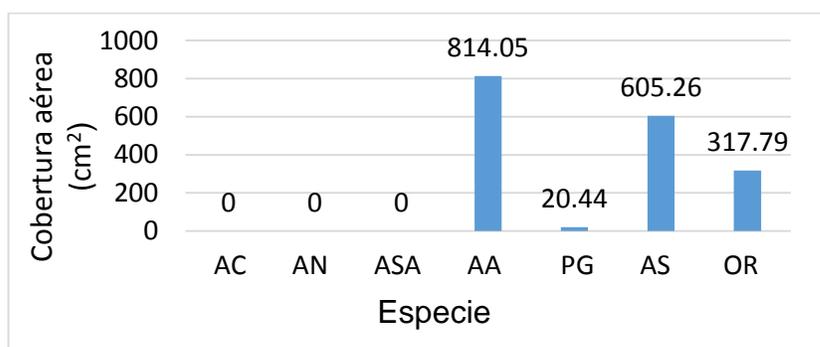


Figura 17. Comparación de medias de cobertura aérea (cm²) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Como se aprecia en la Fig. 18 (Tabla A 8), el **crecimiento (cm)** fue sobresaliente en *Opuntia rastrera* (OR), *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) y, se lograron mantener en comportamiento alto en todo el año, lo que indica que son muy resistentes en esta zona. Con menor crecimiento está la especie *Prosopis glandulosa* (PG). Las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no pudieron sobrevivir.

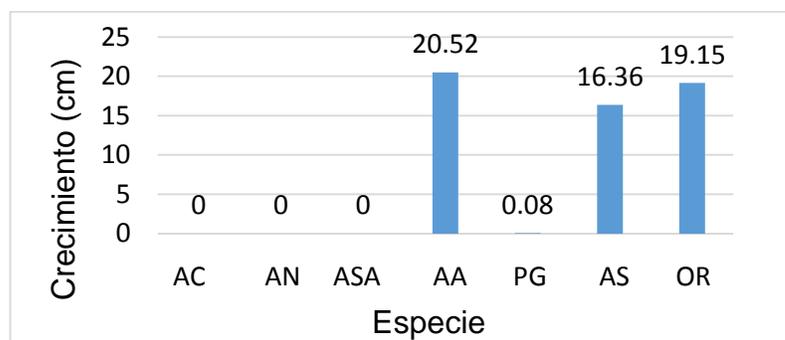


Figura 18. Comparación de medias de crecimiento (cm) para cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año

En esta última estación del año, que corresponde al otoño y que fue la única donde se evaluó fitomasa aérea, se aprecia en la Fig. 19 (Tabla A 8) los resultados de todas las especies, en donde obtuvo la mayor fitomasa aérea la especie *Opuntia rastrera* (OR), seguida de *Agave atrovirens* (AA) que tiene el mismo valor que *Agave scabra* (AS) y con menor proporción está la especie *Prosopis glandulosa* (PG). Las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no sobrevivieron.

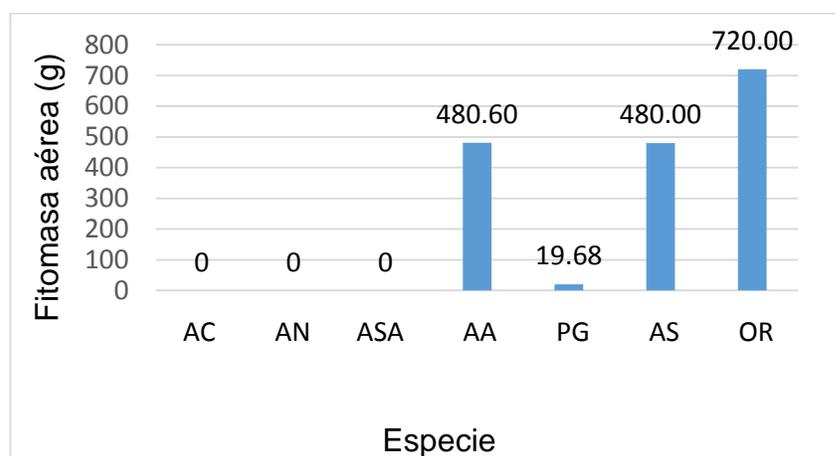


Figura 19. Comparación de medias de fitomasa aérea (g) para cada una de las especies, al final del año (5 de diciembre de 2013).

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 muestran las medias de **cobertura aérea (cm²)** más sobresalientes, en donde la orientación NE obtuvo resultados superiores en la estación de otoño, seguida de la SE en primavera, la NO en invierno y al final la SO en primavera. Para el Testigo los resultados mejores fueron en invierno, pero no logró rebasar a ninguna de las orientaciones. En términos generales, la mejor orientación fue la NE y la mejor estación, el invierno.

Tabla 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 geográficas.

	NE	SE	SO	NO	T	\bar{x}
Invierno	363.72	231.57	239.79	281.53	215.81	266.48
Primavera	354.48	307.94	251.96	195.10	211.79	264.26
Verano	383.26	293.58	232.77	201.91	205.98	263.50
Otoño	430.84	277.58	222.80	169.75	154.42	251.08
\bar{x}	383.08	277.67	236.83	212.07	197.00	

En la Tabla 2 se indican las medias de **crecimiento (cm)** donde la orientación NE fue la sobresaliente en las estaciones de verano y primavera. Le siguen las orientaciones SE, en primavera y, la NO y SO en las estaciones de invierno y primavera, respectivamente. También se observó que el Testigo fue muy favorable en primavera, pues superó a las orientaciones SE, SO y NO.

En términos generales, la orientación NE fue la superior y el invierno la mejor estación.

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	10.04	8.39	7.60	7.66	8.10	8.36
Primavera	10.73	8.56	6.53	6.67	8.66	8.23
Verano	10.67	8.08	7.45	5.62	8.57	8.08
Otoño	10.41	8.22	7.46	5.70	8.28	8.02
\bar{x}	10.46	8.31	7.26	6.41	8.40	

En la comparación de medias de la variable **cobertura aérea (cm^2)**, primeramente encontramos a la especie *Agave atrovirens* (AA) que fue la sobresaliente en la estación de invierno. Enseguida se encuentran las especies con un comportamiento favorable, *Agave scabra* (AS) en la estación de verano y *Opuntia rastrera* (OR) en la estación de otoño. Por último, la especie *Prosopis glandulosa* (PG) presenta un comportamiento poco favorable. En lo general, *Agave atrovirens* (AA) fue la especie mejor, mientras que en invierno se presentó la mayor cobertura aérea (Tabla 3).

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	\bar{x}
Invierno	1058.20	4.92	664.10	138.16	466.34
Primavera	889.81	24.60	654.10	288.61	464.28
Verano	810.67	32.41	721.80	279.63	461.12
Otoño	814.05	20.44	605.26	317.79	439.39
\bar{x}	893.18	20.59	661.31	256.05	

En la Tabla 4 se presentan las medias de **crecimiento (cm)** de las especies y, las sobresalientes para esta variable, fueron; *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) en las estaciones de invierno, primavera y otoño, respectivamente, por último, la especie *Prosopis glandulosa* (PG) tuvo un crecimiento muy poco favorable. Desde el punto de vista general, *Agave atrovirens* (AA) fue la mejor y, de las estaciones la sobresaliente fue la primavera.

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	\bar{x}
Invierno	22.65	0.66	19.71	15.50	14.63
Primavera	21.27	0.55	20.31	17.71	14.96
Verano	20.33	0.27	18.30	17.64	14.14
Otoño	20.52	0.08	16.36	19.15	14.03
\bar{x}	21.19	0.39	18.67	17.50	

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

Estación de Invierno, 21 de Febrero de 2013.

Las especies que obtuvieron mejores resultados en supervivencia fueron *Prosopis glandulosa* (PG) y *Opuntia rastrera* (OR) con ocho y 1.1 veces más en comparación con las plantas de las mismas especies a las que no se les aplicó abono. *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) mostraron el mismo porcentaje de supervivencia con y sin la aplicación del abono. Por lo último, *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA), no sobrevivieron (Fig. 20).

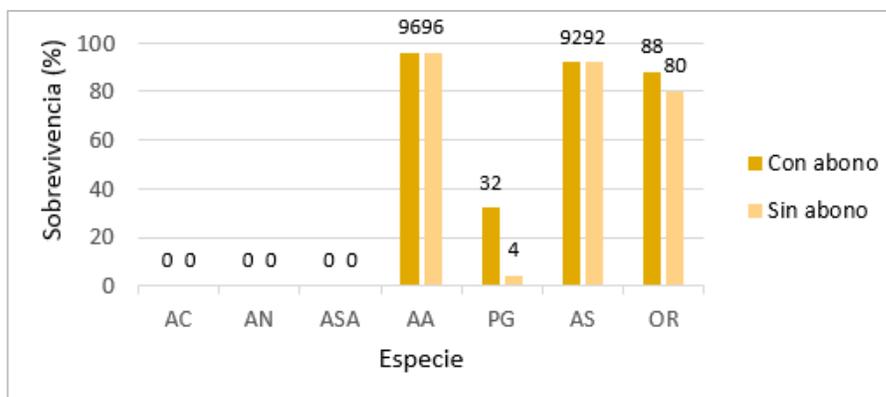


Figura 20. Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Estación de Primavera, 13 de Mayo de 2013.

La Fig. (21) muestra el efecto del abono en la sobrevivencia de los arbustos, donde *Prosopis glandulosa* (PG) y *Opuntia rastrera* (OR) registraron seis y 1.1 veces más sobrevivencia que las plantas de la misma especie a las que no se les añadió abono. En *Agave scabra* (AS) no se manifestó el efecto del abono y las tres especies restantes, no sobrevivieron.

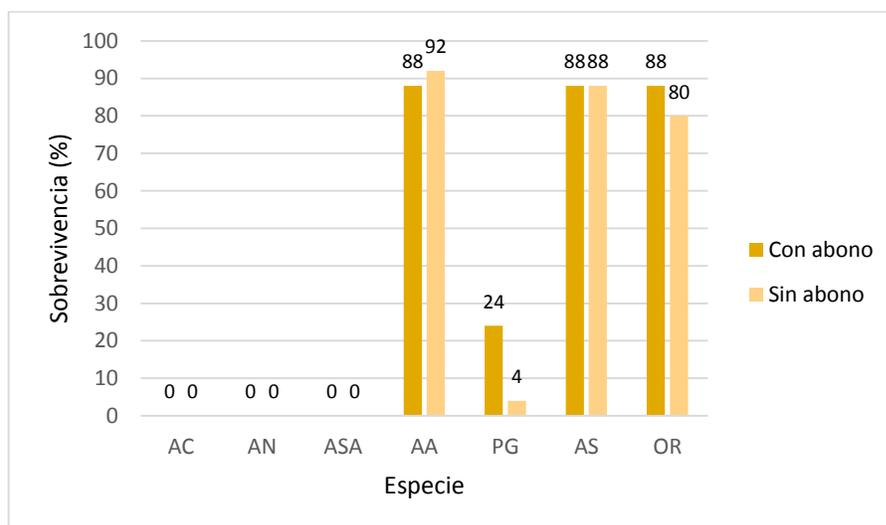


Figura 21. Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Estación de Verano, 26 de Julio de 2013.

En la Fig. 22 se observa que la especie que obtuvo los resultados más favorables por el efecto del abono fue *Prosopis glandulosa* (PG) con ocho veces más, seguido de *Opuntia rastrera* (OR) con 1.18 veces y, finalmente *Agave scabra* (AS) con 1.05 veces más respecto a las plantas de la misma especie pero sin la aplicación del abono. En *Agave atroviresns* (AA) no hubo efecto del abono y las tres especies restantes no tuvieron sobrevivencia.

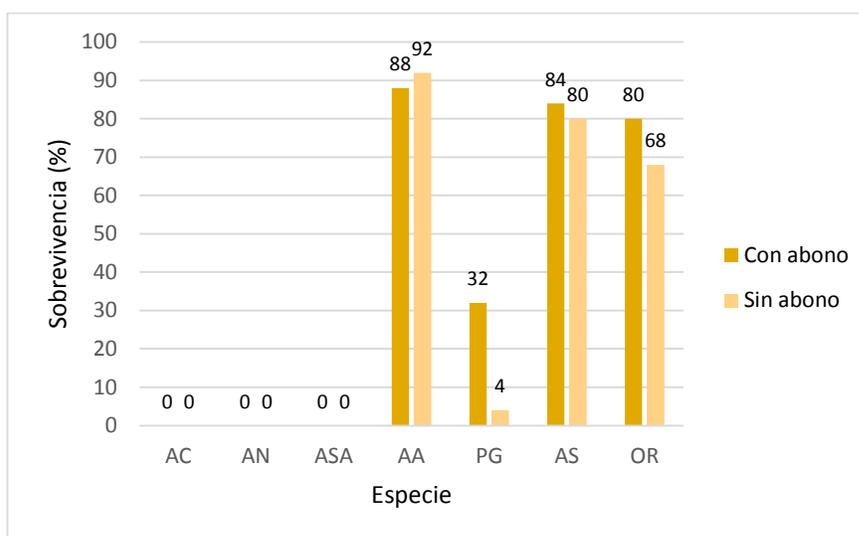


Figura 22. Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Estación de Otoño, 5 de Diciembre de 2013.

En la última lectura, correspondiente a la estación de otoño, se muestra en la Fig. 23 que las especies más sobresalientes con la aplicación del abono fueron *Prosopis glandulosa* (PG) con cinco veces más y *Opuntia rastrera* (OR) con diferencia de 1.29 veces más en comparación con las plantas a las que no se les aplicó abono. Las especies *Agave scabra* (AS) y *Agave atrovirens* (AA) obtuvieron resultados negativos con el abono ya que fueron inferiores a las plantas a las que no se les aplicó. Las especies *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN) y *Agave salmiana* (ASA) no presentaron sobrevivencia.

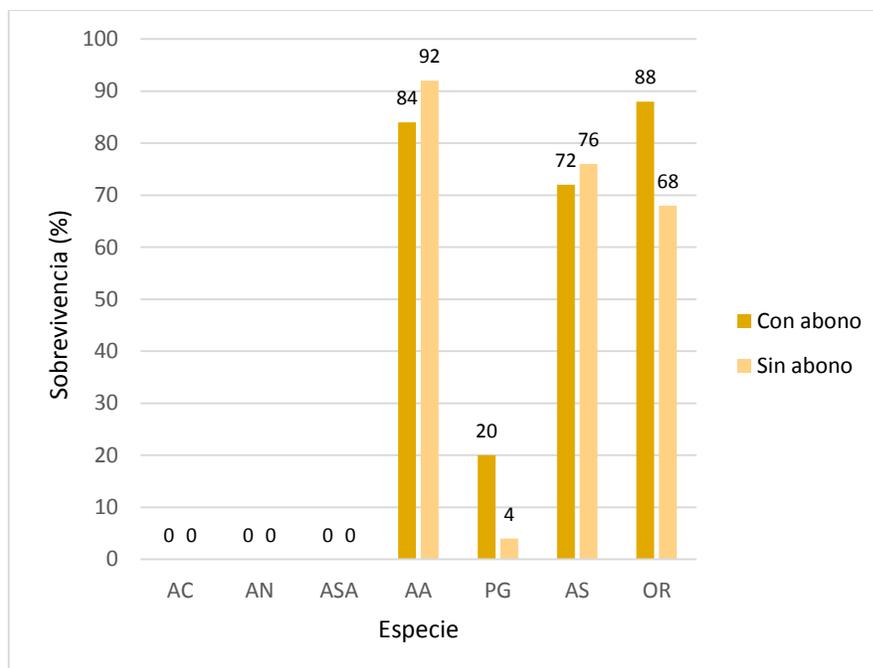


Figura 23. Comparación de medias en la sobrevivencia de cada una de las especies, con y sin abono, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Estadística Comparativa

Como se puede apreciar en la Tabla 5, correspondiente a la estación de invierno, para la variable **cobertura aérea (cm²)** hubo probabilidad en la orientación NE. Para el resto de las orientaciones se observan resultados estadísticamente no significativos, tanto para cobertura aérea (cm²) como para crecimiento (cm).

En la Tabla 6 se muestra la estación de primavera, en la que se observa que para la orientación NE, en la variable de cobertura aérea, se encontró probabilidad aunque no significativa. Para el resto de las orientaciones y parámetros evaluados no se registró probabilidad.

Para la estación de verano (Tabla 7) se encontró significancia ($P \leq 0.05$) para la variable cobertura aérea en la estación NE, con respecto al Testigo (T), mientras que para las otras orientaciones y parámetros no se encontró probabilidad.

Tabla 5. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	363.72	630.03	0.092	PE
Testigo	T	70	215.81	384.26		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	10.04	13.12	0.368	NS
Testigo	T	70	8.10	11.08		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	231.57	425.27	0.827	NS
Testigo	T	70	215.81	384.26		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.39	11.76	0.882	NS
Testigo	T	70	8.10	11.08		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	239.79	476.96	0.743	NS
Testigo	T	70	215.81	384.26		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	7.66	11.15	0.803	NS
Testigo	T	70	8.10	11.08		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	281.53	519.10	0.376	NS
Testigo	T	70	215.81	384.26		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	7.66	10.60	0.803	NS
Testigo	T	70	8.10	11.08		

NS = no significativa

* = significativa (P≤ 0.05)

** = altamente significativa (P≤0.01)

PE = probabilidad encontrada

Tabla 6. Comparación de medias para cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NE	70	354.48	554.36	0.071	PE
Testigo	T	70	211.79	383.57		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	10.72	13.78	0.349	NS
Testigo	T	70	8.66	11.98		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SE	70	307.94	492.33	0.212	NS
Testigo	T	70	211.79	383.57		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.56	12.23	0.960	NS
Testigo	T	70	8.66	11.98		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SO	60	251.96	477.24	0.586	NS
Testigo	T	70	211.79	383.57		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	60	6.52	11.03	0.298	NS
Testigo	T	70	8.66	11.98		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NO	70	195.10	413.90	0.820	NS
Testigo	T	70	211.79	383.57		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	6.67	10.40	0.277	NS
Testigo	T	70	8.66	11.98		

NS = no significativa

* = significativa ($P \leq 0.05$)

** = altamente significativa ($P \leq 0.01$)

PE = probabilidad encontrada

Tabla7. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm), en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	383.26	575.72	0.024	*
Testigo	T	70	205.98	365.49		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	10.67	14.07	0.343	NS
Testigo	T	70	8.57	12.27		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	293.58	533.36	0.244	NS
Testigo	T	70	205.98	365.49		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.08	12.40	0.827	NS
Testigo	T	70	8.57	12.27		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	232.77	433.42	0.703	NS
Testigo	T	70	205.98	365.49		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	7.45	10.95	0.559	NS
Testigo	T	70	8.57	12.27		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	201.91	451.10	0.961	NS
Testigo	T	70	205.98	365.49		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	5.62	9.50	0.113	NS
Testigo	T	70	8.57	12.27		

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

La lectura correspondiente a la estación de otoño (Tabla 8) indica un valor altamente significativo (P≤ 0.01) en la orientación NE para la variable cobertura aérea (cm²). En la orientación NO se registró probabilidad, aunque no significativa, para la variable fitomasa aérea (g) a favor del testigo (T). Además, la variable fitomasa aérea (g) en la orientación SE presentó una diferencia de 1.8 veces mayor que el testigo, que aunque no es una diferencia estadística, si lo es desde el punto de vista ecológico.

Tabla 8. Comparación de medias para cobertura aérea (cm²), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Variable	Orientación	n	\bar{x}	D.E.	Nivel de Probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	430.84	657.26	0.001	**
Testigo	T	70	154.42	279.13		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	10.41	13.79	0.332	NS
Testigo	T	70	8.28	12.28		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NE	70	0.38	0.54	0.113	NS
Testigo	T	70	0.24	0.46		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	277.58	526.63	0.081	NS
Testigo	T	70	154.42	279.13		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	8.22	12.96	0.988	NS
Testigo	T	70	8.28	12.28		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SE	70	0.25	0.47	0.904	NS
Testigo	T	70	0.24	0.46		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	222.79	428.03	0.254	NS
Testigo	T	70	154.42	279.13		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	7.46	11.03	0.699	NS
Testigo	T	70	8.28	912.28		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	SO	70	0.22	0.37	0.710	NS
Testigo	T	70	0.24	0.46		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	169.75	418.48	0.781	NS
Testigo	T	70	154.42	279.13		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	5.7	10.25	0.182	NS
Testigo	T	70	8.28	12.28		
Fitomasa (g)						
Tratamiento	NO	70	0.13	0.30	0.090	PE
Testigo	T	70	0.24	0.46		

NS = no significativa

* = significativa ($P \leq 0.05$)

** = altamente significativa ($P \leq 0.01$)

PE = probabilidad encontrada

Sobrevivencia

La **Tabla 9** muestra los resultados de las siete especies en la orientación NE, la cual indica un porcentaje del 44.29 por ciento de plantas establecidas y el 55.71 por ciento representa a las plantas no establecidas. Las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia son *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 (NE).

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	9	1	10
OR	8	2	10
Total	31	39	70

Se arrojan los resultados de las siete especies con orientación SE en la **Tabla 10**, donde se muestra el 35.71 por ciento de plantas establecidas y el 64.29 por ciento de no sobrevivencia. Las especies más resistentes en esta orientación fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) 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 (SE).

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	8	2	10
OR	6	4	10
Total	25	45	70

En la **Tabla 11** se muestran los resultados de las siete especies con orientación SO, donde los porcentajes de sobrevivencia fueron iguales que en la orientación SE, con un 35.71 por ciento de plantas establecidas y 64.29 por ciento de las plantas que no pudieron sobrevivir, las especies que tuvieron el 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 (SO).

Especies	Establecidas	No Establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	9	1	10
PG	0	10	10
AS	7	3	10
OR	9	1	10
Total	25	45	70

Los resultados de las siete especies con orientación NO (**Tabla 12**) muestran que el 28.57 por ciento de plantas se establecieron, con 71.43 por ciento de mortandad, sobre este porcentaje de las sobrevivientes sobresalieron las especies *Agave atrovirens* (AA), *Opuntia rastrera* (OR) y *Agave scabra* (AS). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00006$).

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

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	7	3	10
Total	20	50	70

La **Tabla 13** registra los resultados de las siete especies del Testigo, donde se obtuvo un porcentaje de especies establecidas del 38.57 por ciento y un 61.42 por ciento de especies no establecidas. Las especies más resistentes fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR). Probabilidad encontrada ($P \leq 0.00006$).

Tabla 13. Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia, del Testigo (T) 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	9	1	10
OR	10	0	10
Total	27	43	70

Estadística Correlacional

Correlación de Variables

Como se puede observar en la Tabla 14, las correlaciones de las variables estudiadas indican que la variable **cobertura aérea** tiene una correlación significativa con las variables diámetro menor y mayor con 95 y 90 por ciento, respectivamente y, crecimiento con 82 por ciento. Esto indica que la cobertura aérea va a depender de la longitud de los diámetros y del crecimiento para expresarse.

Para la variable **crecimiento** se observaron correlaciones significativas en diámetro mayor con 94 por ciento y diámetro menor con 88 por ciento. Esto indica que el crecimiento dependerá de las lecturas del diámetro mayor y el diámetro menor de las especies.

La **fitomasa aérea** no registró relación significativa con el resto de las variables.

El abono tiene muy baja asociación con ambos diámetros.

El diámetro mayor obtuvo una correlación significativa con el diámetro menor, con 93 por ciento.

Tabla 14. Correlaciones entre las variables en estudio.

	Cobertura aérea	Crecimiento	Fitomasa aérea	Abono	D. Mayor	D. Menor
Cobertura aérea	1	0.826970	0.338185	0.099915	0.907052	0.956301
Crecimiento		1	0.403488	0.087514	0.941287	0.880643
Fitomasa aérea			1	0.052187	0.384196	0.336160
Abono				1	0.093980	0.084778
D. Mayor					1	0.936325
D. Menor						1

($P \leq 0.15$)

Valor de R=Cronbachs Alpha = 0.17

cronbachs alpha= 0.13 es significativo ($P \leq 0.15$)

Estadística Integral

Análisis de Factores

En la Tabla 15 se presenta el análisis de factores que fue calculado en el programa STATÍSTICA 7.0 y se observa que la variable más importante para el factor 1 es el diámetro mayor y, además como variables importantes, están el crecimiento, diámetro menor, sobrevivencia y vida. Para el factor 2 la variable importante es la estación y el resto de las variables carecen de valor. En el factor 3, la orientación geográfica y el abono son destacables y el resto de las variables no son significantes. Del último factor, el 4, las variables importantes son el abono y la orientación geográfica. En términos generales, se puede decir que la orientación geográfica es importante pues es la que más interactúa con el resto de los factores.

Tabla 15. Factores de carga después de la rotación varimax.

VARIABLES	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
Sobrevivencia	0.933119	-0.048901	0.164003	0.022621
Cobertura aérea	0.872986	-0.040757	-0.203413	-0.036981
Crecimiento	0.956036	-0.014129	0.006280	-0.018280
Fitomasa aérea	0.436736	0.473264	-0.231030	0.074111
Especie	0.605072	0.033084	0.376707	0.086791
Orientación geográfica	-0.101422	0.200092	0.765921	-0.478992
Diámetro mayor	0.972955	-0.035858	-0.046350	-0.021850
Diámetro menor	0.937359	-0.043116	-0.110147	-0.021429
Estación	0.003865	0.960345	-0.135351	0.085532
Vida	0.931414	-0.051806	0.166229	0.018465
Abono	0.093295	0.001483	-0.400989	-0.865972

Tabla 16. Eigenvalue después de la rotación varimax.

Valor	Valor propio	% Individual	% Acumulado
1	3.365125	71.00	71.00
2	0.718585	15.16	86.16

Eigenvalue es la varianza común para todos los miembros de ese factor.

En la Figura 24 se muestra el diagrama de factores de todas las variables como las más importantes tenemos a crecimiento, diámetro menor, diámetro mayor y fitomasa aérea. Sin embargo las variables orientación geográfica, cobertura y número de planta, son menos importantes ya que no existe mucha relación entre ellas.

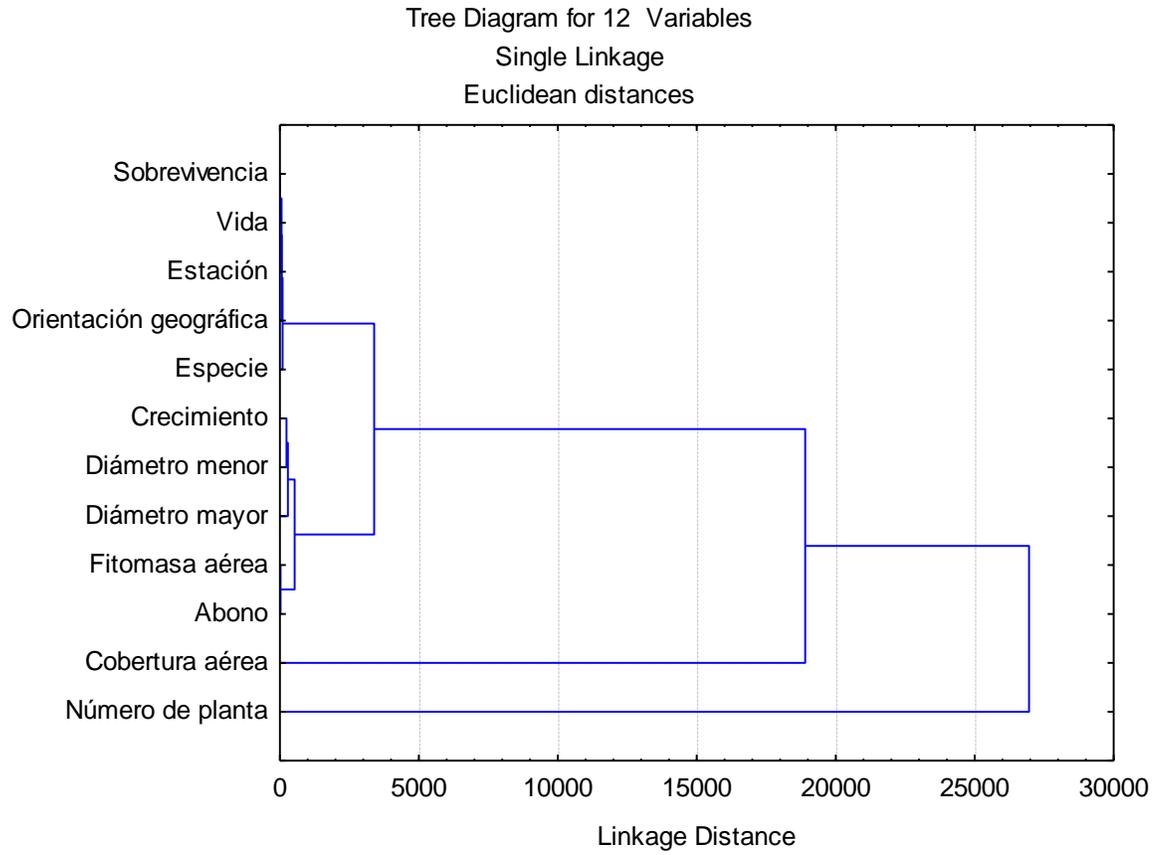


Figura 24. Diagrama de análisis de factores de todas las especies en el año 2013.

V. DISCUSIÓN

Cobertura Aérea

Flores (2002) y Flores *et al.* (2002) reportan media de 2.93 cm² para *Prosopis glandulosa* (PG); López (2008); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Cruz (2009); Ramos (2011) y; Cruz (2017) obtuvieron medias de 2.63, 2.94, 1.09, 2.26 y 1.13 cm², respectivamente. En este estudio se encontró media de 20.44 cm², muy superior a los autores citados anteriormente, aunque coincidente a los 25.23 cm² registrados por Coello (2015) y León *et al.* (2015).

Las especies con medias de cobertura aérea (cm²) más altas fueron *Atriplex canescens* (AC) y *Agave scabra* (AS) (Ávila, 2003; León *et al.* 2016). Niño (2004) reporta como sobresalientes a *Atriplex canescens* (AC) y *Agave atrovirens* (AA). Los resultados de este estudio reportan a *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) con medias de 814.05 y 605.26 cm², respectivamente. López (2008) y León *et al.* (2008) citan a las mismas especies como las mejores, con medias de 198.51 y 93.77 cm², respectivamente. Paz (2009); Ramos (2011) y León *et al.* (2011 b) y; Cruz (2017), mencionan para *Agave atrovirens* (AA) medias de 163.87, 1245.57 y 392.09 cm² y para *Opuntia rastrera* (OR) valores de 57.05, 463.02 y 320.20 cm², respectivamente. Por su parte, Cruz (2009) y Coello (2015) citan que *Opuntia rastrera* (OR) fue la sobresaliente con valores de 72.2 y 905.62 cm², seguida de *Agave atrovirens* (AA) con medias de 25.06 y 754.04 cm², respectivamente. De lo antes citado se concluye que los resultados de esta investigación respecto a *Agave atrovirens* (AA), son superiores a los de López (2008), Paz (2009), Cruz (2009), Coello (2015) y Cruz (2017), pero superados por Ramos (2011). En el caso de *Agave scabra* (AS) son superiores a los de López (2008).

Crecimiento

Niño (2004) y León *et al.* (2010) citan que *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) fueron las especies mejores en crecimiento, con 29.45 y 11.45 cm, respectivamente. En nuestro estudio se encontró que las especies superiores son

Agave atrovirens (AA) con 20.52 cm y *Opuntia rastrera* (OR) con medias de 19.15 cm. López (2008); Paz (2009); Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Ramos (2011); Coello (2015) y; Cruz (2017) coinciden en que *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) son las especies sobresalientes y registran para *Agave atrovirens* (AA) las medias siguientes: 8.57, 5.34, 13.05, 37.64, 23.18 y 9.98 cm, respectivamente y, para *Opuntia rastrera* (OR) reportan cantidades de 4.9, 3.96, 3.09, 3.13, 23.72 y 3.29 cm, respectivamente. De lo anterior se desprende que los resultados de esta investigación coinciden, en *Agave atrovirens* (AA), con Coello (2015); son superiores a los de López (2008), Paz (2009), Cruz (2009) y, Cruz (2017), pero inferior a lo encontrado por Niño (2004) y Ramos (2011). En lo que respecta a *Opuntia rastrera* (OR), superamos lo reportado por López (2008), Paz (2009), Cruz (2009), Ramos (2011) y Cruz (2017), pero superados por Coello (2015).

Fitomasa aérea

Todos los autores consultados coinciden en que *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) son las especies con resultados mejores en fitomasa aérea (g). López (2008); Paz (2009); Cruz (2009); Ramos (2011); Coello (2015) y; Cruz (2017) y León *et al.* (2017) presentan, para *Agave atrovirens* (AA), medias de 52.5, 53.2, 100.91, 513.15, 929.6 y 583.0 g, respectivamente y en esta investigación se encontró un valor de 720 g. Para *Opuntia rastrera* (OR), los autores mencionados anteriormente citan, respectivamente, las medias siguientes: 31.97, 47.78, 84.2, 194.47, 1293.6 y 244.0 g. En nuestro estudio encontramos 720 g para *Agave atrovirens* (AA) y 480 g tanto para *Opuntia rastrera* (OR), como para *Agave scabra* (AS). Por lo tanto, nuestros resultados son superiores a los de los autores ya citados, a excepción de Coello (2015).

Orientación geográfica

López (2008) y Altunar (2013) citan a la SE como la mejor orientación geográfica con mayor sobrevivencia de plantas con 24 y 35 arbustos establecidos, respectivamente. Cruz (2009); Paz (2009); Ramos (2011) y Cruz (2017) citan a la NE con mayor sobrevivencia de arbustos con 15, 16, 12 y 11. En este estudio

se coincide con los cuatro últimos autores antes citados con respecto a la orientación NE como la mejor, aunque nuestro resultado fue mayor con 31 arbustos establecidos.

Efecto del Abono

Paz (2009) y Cruz (2017) citan a *Agave scabra* (AS) y *Agave atrovirens* (AA) como las especies que más respondieron a la aplicación de abono, para *Agave scabra* (AS) reportan 4 y 12 veces más, respectivamente, comparadas con las plantas de la misma especie a las que no se les aplicó abono y para *Agave atrovirens* (AA) registran 12 y 1.6 veces más, respectivamente. Cruz (2009) coincide con los dos autores citados anteriormente al reportar a *Agave atrovirens* (AA) como la especie de mejor respuesta al abono, con 1.36 veces más. Por su parte, Altunar (2013) y León *et al.* (2013) mencionan que *Prosopis glandulosa* (PG) fue la especie que más reaccionó al abono, con cuatro veces más; Coello (2015) también reporta a *Prosopis glandulosa* (PG) con cinco veces más y, a *Opuntia rastrera* (OR) con 1.36 veces más que las plantas que no recibieron este tratamiento. En esta investigación se coincide con Coello (2015) y Altunar (2013) pues la especie mejor en respuesta al abono fue *Prosopis glandulosa* (PG), seguida de *Opuntia rastrera* (OR), con cinco y 1.29 veces más, respectivamente. De lo anterior deducimos que no coincidimos con Paz (2009), Cruz (2009) y Cruz (2017) en las especies con respuesta mejor al abono y sí se coincide con Coello (2015) y Altunar (2013).

Sobrevivencia

López (2008) y Altunar (2013) mencionan que al final del año (otoño) la orientación SE fue la que registró más sobrevivencia, con 34.2 y 50 por ciento, respectivamente y las especies mejores fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS). López (2008) cita que para estas especies obtuvo 90 y 65 por ciento, mientras que Altunar (2013) encontró 96 y 98 por ciento, respectivamente. De acuerdo a Paz (2009), Cruz (2009), Ramos (2011), Coello (2015) y Cruz (2017) la orientación con más sobrevivencia fue la NE con 22.86, 21.43, 17.14, 42.85 y 15.71 por ciento, respectivamente. En *Agave atrovirens* (AA) estos mismos

autores encontraron 72, 70, 54, 100 y 60 por ciento, respectivamente y en *Agave scabra* (AS), Paz (2009) reporta 10 por ciento, Cruz (2009) 22, Altunar (2013) 98 y Coello (2015) 80 por ciento. Únicamente Ramos (2011) y Cruz (2017) mencionan como segunda especie sobresaliente a *Opuntia rastrera* (OR) con 14 y 40 por ciento, respectivamente.

En esta investigación encontramos a la NE como la mejor orientación, con 44.29 por ciento y para *Agave atrovirens* (AA) 32.25; en *Agave scabra* (AS) 29 y en *Opuntia rastrera* (OR) 25.8 por ciento de sobrevivencia. De lo anterior se coincide con cinco autores consultados en que la NE es la que registró más sobrevivencia y con seis autores en que la especie mejor fue *Agave atrovirens* (AA).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y con las hipótesis planteadas, se concluye lo siguiente:

- ❖ El utilizar a *Flouencia cernua* como planta nodriza se tiene un efecto favorable en la sobrevivencia de arbustos bajo su dosel. La orientación NE registra el mejor resultado y las especies *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) las que obtuvieron el mayor porcentaje de sobrevivencia. Este resultado es superior al Testigo, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.
- ❖ Para la variable crecimiento (cm), la mejor estación fue la primavera en la orientación NE, con las especies *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR). Los resultados obtenidos fueron superiores al Testigo, por ello se acepta la hipótesis planteada.
- ❖ En la variable cobertura aérea (cm²) la mejor estación del año fue otoño en la orientación NE, con las especies *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS); estos resultados resultan ser superiores al Testigo, por lo cual se acepta la hipótesis planteada.
- ❖ Para fitomasa aérea (g) al final del año, las orientaciones que obtuvieron mejores resultados, en comparación con el Testigo, fueron la NE y la SE; las especies con mayor fitomasa son *Opuntia rastrera* (OR), *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS). Los resultados son superiores al Testigo, por lo que se acepta la hipótesis planteada.
- ❖ La orientación geográfica que obtuvo mejor resultado fue la NE con el mayor número de plantas establecidas y las mejores especies fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR). Por lo tanto, se concluye que las orientaciones tienen efecto en la sobrevivencia, entonces, la hipótesis es aceptada.
- ❖ La aplicación del abono de borrego tiene efecto en la sobrevivencia de las especies plantadas porque los porcentajes son superiores en arbustos que recibieron este tratamiento. La especie con mayor respuesta al abono fue *Prosopis glandulosa* (PG). Se acepta la hipótesis planteada.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguire C., C., J. Hoth y A. Lafón. 2007. Estrategia para la conservación de los pastizales del desierto Chihuahuense. ECOPAD. Chihuahua, México. p. 28.
- 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. p.59.
- Andrew, N.H., I.R. Noble and R.T.Lange. 1979. A non destructive method for estimating weight of forage in shrubs. Aust. Rangeland J.1(3):225-231.
- Arthur, M. A., S.P.Hamburg and T. G. Siccama. 2001. Validating allometric estimates of aboveground living biomass and nutrient contents of a northern hardwood forest. Canadian Journal of Forest Research. 31: 11-17.
- 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. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 51.
- Berlanga R., C. A. 2009. Uso del rodillo aereador para la rehabilitación de pastizales degradados. INIFAP. Saltillo, Coahuila. p. 1-2
- Blanco G., A., C. Saenz R., C. Martorell., P. Alvarado S. y R. Linding C. 2011. Nurse - plant and mulching effects on three conifer species in a Mexican temperate forest. Ecological Engineering. 37: 994-998.
- Callaway, R. M. 1995. Positive interactions among plants. The Botanical Review. 61: 306-349.
- Cantú B., J. E. 2010. Manejo de pastizales. Departamento de Producción Animal. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 411 p.
- Cantú B., J.E. 2011. Manejo y mejoramiento de pastizales. Doble Hélice Ediciones. Chihuahua, México. p. 320.

- Ceccon, E., y D. R. Pérez. 2016. Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de América Latina y del Caribe. Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica (SIACRE). Buenos Aires, Argentina. p. 37-38.
- Cervantes R., M. C. 2006. Las zonas áridas y semiáridas de México: Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México. UNAM. p. 17-39. Disponible en: http://fenix.cichcu.unam.mx/libroe_2006/0965822/05_c01.pdf. Consultado: 13 de marzo de 2018.
- Coello N., J. G. 2015. *Flourensia cernua* como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60 p.
- Cordova D., G. y E. R. Barbosa J. 2000. Estimación de la fitomasa aérea del gatuño (*Mimosa biuncifera* Benth). Acta Universitaria. Guanajuato, Gto., México. p. 1-8.
- Corona F., J. y M. E. Tovar. 2000. Elementos de estadística. Aplicaciones al método experimental. Ed. Trillas. 3 ed. México. p. 26-29.
- Cruz G., M. R. 2017. *Larrea tridentata* como nodriza de arbustos, en la rehabilitación de pastizales. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.40
- 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. 48
- Díaz, R. O. 2007. Utilización de pastizales naturales . Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Brujas, Córdoba, Argentina. p. 79-80.
- Estrada V., A. 2006. Evaluación de mezclas de solución nutritiva (soluciones

- nutritivas orgánicas) en la producción de forraje verde hidropónico (x *Triticosecale* Wittmack). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 23.
- Ferrés, Ll., F. Rodá, A.M.C. Verdú G. y J. Terradas. 1984. Circulación de nutrientes en algunos ecosistemas forestales del Montseny (Barcelona). Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos. 7: 139-166.
- Flores, J. y E. Jurado. 2003. Are nurse-protége interactions more common among plants from arid environments?. *Journal of Vegetation Science*. 14. p. 911-916.
- 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. Buenavista, 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. Simposio sobre la Importancia de Arbóreas y Arbustivas Leguminosas en Sistemas Agrosilvopastoriles. Resúmenes XV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Guanajuato, Gto., México.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. 5 ed. Instituto de Geografía- UNAM: Series Libros. México. 50 p.
- García M., E., & C. McKell. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. *Ecology*. 51:81-88.
- Golubov, J., P.A. Martínez V., E. J. Durán C. y Y. Martínez C. 2010. Distribución espacial y nodricismo en *Mammillaria carnea* en el municipio de Valerio Trujano, Cuicatlán, Oaxaca. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas*. 55(2): 56–64.
- González M., F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación.

INE-SEMARNAT. México, D.F. p. 146-157.

Granados S., D., M.A. Hernández G., A. Vázquez A. y P. Ruiz P. 2013. Los procesos de desertificación y las regiones áridas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol 19. Texcoco, Edo. de México. p. 45-66.

INCD (Intergovernmental Negotiating Committee for the Elaboration of an International Convention to Combat Desertification). 1994b. Experiencing serious drought and/or desertification. Draft final negotiating text of the Convention. United Nations. Paris, France.

INE (Instituto Nacional de Ecología).1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). Libros INE. Saltillo, Coahuila. p. 33-38.

León G., L. L. de. 1991. SOMMAP Informa. Manejo de Pastizales. SOMMAP. Saltillo, Coahuila, México. 4 (3): 38-47.

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., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A. y M.R. Cruz G. 2017. *Larrea tridentata* (Gobernadora) como nodriza de arbustos, en la rehabilitación de Pastizales. Simposio Manejo del Pastoreo Toral para la Sustentabilidad de los pastizales. SOMMAP-INIFAP. Chihuahua, Chih. p. 44-48.

León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A., J. B. Altunar. 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 Postgraduados 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., J. Duñez A. y J.G. Coello N. 2015. Hojasén como planta nodriza, en la rehabilitación de pastizales. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP-FMVeterinaria y Zootecnia, UJED. Durango, Dgo., México. p. 466.

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 de Pastizales. UACH-INIFAP-SOMMAP. Chihuahua, Chih., México. 4p.

León G., L.L. de, M. Mellado B., L. Pérez R., F. de J. Sánchez P. and M. Ávila C. 2016. Behavior of four vegetation parameters of fodder shrubs in a silvopastoral system. Proceedings 10th International Rangeland Congress. Saskatoon, Sk, Canadá. p. 805-806.

León G., L.L. de, J. R. Reynaga V., L. Pérez R., 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, NL.

León O, J. O. 2009. Rehabilitación de un pastizal degradado con rodillo triturador

- en el rancho “El Cinco” Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 51-52.
- 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, México. p. 49.
- Manzano, P. and R. List. 2006. Grasslands of México: A perspective on their conservation. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the México- U.S. borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, Co: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 43-47.
- Moore, S. D. 2000. Estadística aplicada básica. Ed. Antoni Bosch. 2 ed. New York. p. 33 - 35.
- Muñoz I., D. J., M. Chávez M., A. O. Godínez A. y N. A. Cuellar A. 2017. Cambios edáficos en islas de fertilidad y su importancia en el funcionamiento de un ecosistema del valle de Tehuacán, Puebla, México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Terra Latinoamericana 35. Edo. de México. p. 123-133.
- Nepote, A. C., A. Blanco y R. Linding C. 2011. Restauración ecológica de ecosistemas degradados: relaciones biológicas para restaurar. Revista Ciencia y Desarrollo. Disponible en: http://www.cyd.conacyt.gob.mx/248/Articulos/Restauracion_ecologica/Restauracion2.html. Consultado: 11 de marzo de 2018.
- Niño C., R. 2004. Características del establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.40.
- Paz G., F. C. 2009. Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila,

México. p. 48

- Pérez R., S. 2012. Programa de manejo de pastizales en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 14 - 23.
- Perroni V., Y. 2007. Islas de fertilidad en un ecosistema semiárido: Nutrientos en el suelo y su relación con la diversidad vegetal. Tesis. Doctorado. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. p. 29-30.
- Pugnaire, F.I., P. Haase, J. Puidefábregas, M. Cueto, S.C. Clark and I.D Incoll. 1996. Facilitation and succession under the canopy of a leguminous shrub, *Retama sphaerocarpa*, in a semi-arid environment in south-east Spain. *Oikos*. 76: 455-464.
- Ramos P., A. 2011. El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antoni Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.51
- Rapp, M., I. Santa R., M. Rico y H. A. Gallego. 1999. Biomass, nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forest. *Forest Ecology & Management*. 119 (1-3): 39-49.
- Royo, M., X. Basurto y D. Hadley. 2006. Rehabilitación de pastizales. Ecosistemas de pastizales, especies en peligro y ganadería sostenible en tierras fronterizas de México- Estados Unidos: Conferencia Transcripciones. Campo Experimental la Campana, INIFAP- SAGARPA. RMRS. Fort Collins, Co: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p.63-65. Disponible en: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p040.pdf. Consultado: 13 de marzo de 2018.
- Ruiz, T y G. Flebes. 2004. La desertificación y la sequía en el mundo. Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 8. Universidad de Colima. Colima, México. p. 2-11.

- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1ª ed. digital. México. p. 380-382.
- Samour N., O. R. 2012. Efecto nodriza de *Larrea tridentata* y su impacto en la diversidad de especies vegetales perennes en la region del Altiplano Potosino. México. Tesis. Postgrado. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. San Luis Potosi, S.L.P., México. p. 42-43.
- Schlesinger, W.H., J. F. Reynolds, G. L. Cunningham, L. F. Huenneke, W. M. Jarell, R. A. Virginia & 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.
- Terradas, J. 1991. Mediterranean woody plant growth-forms, biomass and production in the eastern part of the Iberian Peninsula. *Oecologia Aquática*. Barcelona, España. 10: 337-349.
- Tiedemann, A. R., & J. O. Klemmedson. 1973. Effect of mesquite on physical and chemical properties of the soil. *J. Range Manage* 26: (1): 27-29.
- Van Auken, O.W. 2000. Shrub invasions of North American semiarid grasslands. *Rev. An. Ec. Division of Life Sciences, University of Texas of San Antonio*. San Antonio, Texas. 31. p. 197-215.
- Vargas R., O. 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. p. 17-18.
- Vargas R., O. 2011. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, Vol.16. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. p. 2-3.
- Vázquez A., R. 2011. Descripción del Rancho Los Ángeles. Memoria del Herradero 2011. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. p. 1-6.

Virginia, R. A. & W. M. Jarrel. 1983. Soil properties in a mesquite-dominated Sonoran Desert ecosystem. (*Prosopis glandulosa*, California, Nitrogen, fixation). United States Department of Agriculture. p. 38-44.

APÉNDICE

Tabla A 1. Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Variables	Orientación	n	\bar{X}	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C. V. %	C. D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	363.7201	630.0342	0	2678.208	2678.208	0	0	1.732195	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	10.0428	13.0233	0	40.0	40.0	0	0	1.296774	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	15.2428	20.5605	0	77.0	77.0	0	0	1.348866	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	10.7185	15.4856	0	55.0	55.0	0	0	1.444748	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	231.5690	425.2664	0	2243.097	2243.097	0	0	1.836456	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.387	11.7642	0	36.0	36.0	0	0	1.402653	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	11.5214	16.0969	0	56.0	56.0	0	0	1.397132	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	8.571	12.9049	0	5.0	51.0	0	0	1.505580	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	239.7933	476.9586	0	2591.814	2591.814	0	0	1.989040	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	7.600	11.1503	0	40.0	40.0	0	0	1.467152	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	11.5571	17.0282	0	60.0	60.0	0	0	1.473394	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	8.214	13.0093	0	55.0	55.0	0	0	1.583747	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	281.5260	519.101	0	1880.243	1880.243	0	0	1.843885	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	7.664	10.5996	0	34.0	34.0	0	0	1.382995	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	12.5571	18.7791	0	58.0	58.0	0	0	1.495495	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	8.635	14.0196	0	46.0	46.0	0	0	1.623448	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	215.8050	384.2581	0	1960.354	1960.354	0	0	1.780580	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.104	11.0796	0	34.0	34.0	0	0	1.367133	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	12.4285	16.2173	0	52.0	52.0	0	0	1.304843	0	R
D. Menor (cm)	T	70	8.214	11.8320	0	48.0	48.0	0	0	1.440421	0	R

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

Tabla A 2. Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Variables	Orientación	n	\bar{X}	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C. V. %	C. D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	354.4839	554.3575	0	2670.354	2678.354	0	0	1.563844	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	10.725	13.783	0	44.0	44.0	0	0	1.285112	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	15.542	19.657	0	68.0	68.0	0	0	1.264742	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	11.300	15.288	0	50.0	50.0	0	0	1.352997	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	307.9434	492.3333	0	2159.845	2159.845	0	0	1.598778	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.55	12.230	0	45.0	45.0	0	0	1.429281	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	14.451	18.762	0	58.0	58.0	0	0	1.297780	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	10.285	13.838	0	50.0	50.0	0	0	1.345435	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	256.6681	450.4389	0	1884.956	1884.956	0	0	1.754947	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	7.98	11.375	0	39.0	39.0	0	0	1.424461	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	12.257	17.767	0	60.0	60.0	0	0	1.449535	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	8.72	13.268	0	47.0	47.0	0	0	1.520134	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	195.1041	413.9008	0	1806.416	1880.243	0	0	2.121435	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	6.67	10.400	0	35.0	35.0	0	0	1.558929	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	9.38	15.261	0	53.0	53.0	0	0	1.626013	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	7.01	12.449	0	46.0	46.0	0	0	1.774934	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	211.7882	383.5661	0	2120.575	2120.575	0	0	1.811083	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.65	11.982	0	36.0	36.0	0	0	1.841680	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	12.257	17.764	0	70.0	70.0	0	0	1.449336	0	R
D. Menor (cm)	T	70	7.68	11.282	0	45.0	45.0	0	0	1.467962	0	R

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

Tabla A 3. Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Variables	Orientación	n	\bar{X}	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C. V. %	C. D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	383.2575	575.7223	0	2042.035	2042.035	0	0	1.502182	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	10.668	14.066	0	43.0	43.0	0	0	1.318521	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	16.400	20.106	0	53.0	53.0	0	0	1.226008	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	11.864	15.738	0	50.0	50.0	0	0	1.326530	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	293.5818	533.3641	0	2419.026	2419.026	0	0	1.816748	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.07	12.395	0	46.5	46.5	0	0	1.534402	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	13.300	18.669	0	60.0	60.0	0	0	1.403685	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	9.62	14.351	0	55.0	55.0	0	0	1.490550	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	232.7696	433.4184	0	1960.354	1960.354	0	0	1.862006	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	7.45	10.945	0	33.0	33.0	0	0	1.469204	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	10.578	16.257	0	52.0	52.0	0	0	1.536820	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	8.50	13.569	0	48.0	48.0	0	0	1.596439	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	201.9146	451.1029	0	451.10	451.10	0	0	2.234127	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	5.62	9.50	0	37.0	37.0	0	0	1.690500	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	8.70	15.399	0	58.0	58.0	0	0	1.770042	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	6.84	13.238	0	45.0	45.0	0	0	1.934683	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	205.9763	365.4912	0	1413.717	1413.717	0	0	1.774434	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.57	12.269	0	43.0	43.0	0	0	1.431431	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	11.600	16.807	0	50.0	50.0	0	0	1.448880	0	R
D. Menor (cm)	T	70	7.68	11.723	0	40.0	40.0	0	0	1.525338	0	R

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

Tabla A 4. Concentración de datos de cada una de las orientaciones geográficas, en la estación de otoño (05 de diciembre de 2013).

Variables	Orientación	n	\bar{X}	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C. V. %	C. D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	430.8414	657.2634	0	2642.079	2642.079	0	0	1.525535	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	10.414	13.792	0	43.0	43.0	0	0	1.324341	0	R
Fitomasa (g)	NE	70	0.37	0.54	0	2.4	2.4	0	0	1.422315	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	17.021	21.039	0	61.0	61.0	0	0	1.236073	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	12.585	16.988	0	58.0	58.0	0	0	1.349856	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	277.5822	526.6348	0	2550.973	2550.973	0	0	1.897221	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	8.22	12.963	0	44.0	44.0	0	0	1.576808	0	R
Fitomasa (g)	SE	70	0.25	0.47	0	1.9	1.9	0	0	1.887454	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	12.528	18.566	0	60.0	60.0	0	0	1.887454	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	9.00	14.134	0	56.0	56.0	0	0	1.570551	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	222.7950	428.0364	0	2073.451	2073.451	0	0	1.921212	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	7.46	11.039	0	37.0	37.0	0	0	1.478984	0	R
Fitomasa (g)	SO	70	0.21	0.36	0	1.2	1.2	0	0	1.709506	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	10.671	16.243	0	55.0	55.0	0	0	1.522136	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	7.96	13.208	0	48.0	48.0	0	0	1.658474	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	169.7526	418.4823	0	1919.513	1919.513	0	0	2.465248	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	5.70	10.252	0	34.0	34.0	0	0	1.798666	0	R
Fitomasa (g)	NO	70	0.12	0.30	0	1.7	1.7	0	0	2.431160	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	7.44	14.128	0	52.0	52.0	0	0	1.898254	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	5.96	12.596	0	47.0	47.0	0	0	2.111969	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	154.4160	279.1267	0	1178.097	1178.097	0	0	1.807628	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	8.27	12.281	0	42.0	42.0	0	0	1.483471	0	R
Fitomasa (g)	T	70	0.24	0.46	0	2.4	2.4	0	0	1.914416	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	10.814	16.532	0	60.0	60.0	0	0	1.528735	0	R
D. Menor (cm)	T	70	6.28	9.80	0	34.0	34.0	0	0	1.561189	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 (21 de febrero de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D. E.	Mínimo	Máximo	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	1058.1980	675.0743	0	2678.208	2678.208	882.7875	0	0.6379468	0.6103737	CR
Crecimiento (cm)	AA	50	22.65	10.116	0	40.0	40.0	23.500	17.0	0.4466352	0.3417021	R
Cobertura (cm ²)	PG	50	4.9	16.441	0	87.96	87.96	0	0	3.3419360	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.6	1.83	0	9.0	9.0	0	0	2.7889890	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	664.101	402.8059	0	1492.256	1492.256	600.0442	0	0.6065429	0.5496335	CR
Crecimiento (cm)	AS	50	19.71	8.43	0	33.5	33.5	22.000	0	0.4281537	0.2750000	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	138.159	135.7257	0	553.705	553.705	123.7002	0	0.9823849	0.8379048	R
Crecimiento (cm)	OR	50	15.50	10.113	0	40.0	40.0	16.750	0	0.6524929	0.4692537	CR

- 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 6. Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	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	889.809	615.603	0	2670.354	2670.354	801.106	0	0.691837	0.572411	R
Crecimiento (cm)	AA	50	21.26	10.61	0	39.0	39.0	22.25	0	0.499234	0.377797	CR
Cobertura (cm ²)	PG	50	24.59	72.158	0	301.59	301.59	0	0	2.933447	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.5	1.86	0	9.0	9.0	0	0	3.384855	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	654.095	470.412	0	1845.686	1845.686	552.134	0	0.719179	0.667852	CR
Crecimiento (cm)	AS	50	20.30	8.8	0	36.0	36.0	23.00	0	0.436705	0.266347	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	287.879	317.191	0	1209.513	1209.513	204.988	0	1.101818	1.183372	R
Crecimiento (cm)	OR	50	17.51	12.46	0	45.0	45.0	18.00	0	0.711461	0.566333	CR

- 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 (26 de julio de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	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	810.6723	633.8843	0	2419.026	2419.026	650.3097	0	0.781924	0.771473	CR
Crecimiento (cm)	AA	50	20.334	10.147	0	42.0	42.0	20.500	0	0.499055	0.383707	CR
Cobertura (cm ²)	PG	50	32.405	95.503	0	510.50	510.50	0	0	2.947124	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.27	1.14	0	8.0	8.0	0	0	4.218088	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	721.7966	534.9941	0	1960.354	1960.354	722.9590	0	0.741197	0.615947	CR
Crecimiento (cm)	AS	50	18.300	10.316	0	34.0	34.0	21.000	0	0.563765	0.374285	R
Cobertura (cm ²)	OR	50	279.6253	394.3476	0	1743.584	1743.584	115.4535	0	1.410271	2.231225	R
Crecimiento (cm)	OR	50	17.640	14.004	0	46.5	46.5	17.750	0	0.793899	0.658028	CR

- 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 8. Concentración de datos de cada una de las especies, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	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	814.0495	692.6614	0	2642.0790	2642.0790	667.5884	0	0.8508837	0.8157176	R
Crecimiento (cm)	AA	50	20.520	10.979	0	40.00	40.00	20.50	0	0.5350434	0.4351220	R
Fitomasa (g)	AA	50	0.48	0.38	0	1.3	1.3	0.37	0	0.7957981	0.8028572	CR
Cobertura (cm ²)	PG	50	20.443	69.703	0	404.087	404.087	0	0	3.4095170	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.08	0.24	0	1.0	1.0	0	0	3.0618620	0	R
Fitomasa (g)	PG	50	0.01	7.37	0	0.3	0.3	0	0	3.7471980	0	R
Cobertura (cm ²)	AS	50	605.2592	597.2902	0	2073.4510	2073.4510	408.4070	0	0.9868336	1.1902310	CR
Crecimiento (cm)	AS	50	16.360	11.355	0	33.00	33.00	22.25	0	0.6940794	0.4233708	R
Fitomasa (g)	AS	50	0.48	0.42	0	1.7	1.7	0.44	0	0.8885835	0.8230769	CR
Cobertura (cm ²)	OR	50	317.7894	373.7475	0	1413.7170	1413.7170	208.1305	0	1.1760850	1.3633890	R
Crecimiento (cm)	OR	50	19.150	13.616	0	44.00	44.00	22.00	0	0.7110475	0.5104545	CR
Fitomasa (g)	OR	50	0.71	0.69	0	2.4	2.4	0.56	0	0.9730356	1.0309090	CR

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 9. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de invierno (21 de febrero de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Con Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.96	0.200	0	1	1	1	1	0.208	0.04	R
	PG	25	0.32	0.476	0	1	1	1	1	1.487	0	R
	AS	25	0.92	0.276	0	1	1	1	1	0.300	0.08	R
	OR	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
Sin Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.96	0.200	0	1	1	1	1	0.208	0.04	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	1	1	5	0	R
	AS	25	0.92	0.276	0	1	1	1	1	0.300	0.08	R
	OR	25	0.80	0.408	0	1	1	1	1	0.510	0.20	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 10. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de primavera (13 de mayo de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Con Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	PG	25	0.24	0.435	0	1	1	1	1	1.810	0	R
	AS	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	OR	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
Sin Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.92	0.276	0	1	1	1	1	0.300	0.08	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	1	1	5	0	R
	AS	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	OR	25	0.80	0.408	0	1	1	1	1	0.510	0.20	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 11. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de verano (26 de julio de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Con Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	PG	25	0.84	0.374	0	1	1	1	1	0.445	0.16	R
	AS	25	0.80	0.408	0	1	1	1	1	0.510	0.2	R
	OR	25	0.32	0.476	0	1	1	1	1	1.480	0	R
Sin Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.92	0.276	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	1	1	0.445	0.16	R
	AS	25	0.80	0.408	0	1	1	1	1	0.510	0.20	R
	OR	25	0.68	0.476	0	1	1	1	1	1.480	0	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 12. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de otoño (5 de diciembre de 2013).

Variables	Especie	n	\bar{X}	D.E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Con Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.84	0.374	0	1	1	1	1	0.445	0.16	R
	PG	25	0.20	0.408	0	1	1	1	1	2.040	0	R
	AS	25	0.88	0.331	0	1	1	1	1	0.376	0.12	R
	OR	25	0.72	0.458	0	1	1	1	1	0.636	0.28	R
Sin Abono	AC	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AN	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ASA	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AA	25	0.92	0.276	0	1	1	1	1	0.300	0.08	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	1	1	5	0	R
	AS	25	0.72	0.458	0	1	1	1	1	0.636	0.28	R
	OR	25	0.76	0.435	0	1	1	1	1	0.573	0.24	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)