

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



*Larrea tridentata* como nodriza de arbustos, en la rehabilitación de  
pastizales

Por:

**MAYTÉ RAQUEL CRUZ GONZÁLEZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial

para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

*Larrea tridentata* como nodriza de arbustos, en la rehabilitación de pastizales

TESIS

Por:

MAYTÉ RAQUEL CRUZ GONZÁLEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Comité Particular

Asesor principal: \_\_\_\_\_  
Dr. Luis Lauro de León González

Asesor: \_\_\_\_\_  
Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor: \_\_\_\_\_  
M.C. Luis Pérez Romero

Coordinador de la División de Ciencia Animal

\_\_\_\_\_  
Dr. José Duéñez Alanís

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre de 2017.

## DEDICATORIA

### **A mis padres**

*Apolonio Cruz Hernández*

*Rosalba González Chávez*

Papá, gracias por todo el apoyo que me has dado durante toda la vida, porque en cada momento de mi formación académica y de la vida has estado ahí siempre firme, te amo. Papá, estoy muy agradecida con Dios y con la vida por dejarte conmigo hasta ahora, todo el tiempo estaré muy orgullosa de ser tu hija, te debo tanto, hoy al estar escribiendo esto se me llenan los ojos de lágrimas pero son de felicidad porque al fin concluiré una meta con la que soñamos juntos, para la que luchamos tanto tiempo juntos tú, mamá, mis hermanos y yo. Sé que todo el esfuerzo realizado juntos vale la pena, sigamos haciendo las cosas bien, te amo.

Mamá no sé por dónde empezar, pero estoy muy agradecida porque nunca dudaste de mí, creíste en que lo lograría y aquí estamos terminando otra etapa de mi vida juntas, te admiro mucho porque eres una mujer fuerte, valiente y amorosa, todo el tiempo me apoyaste y me retaste para que supiera que soy capaz de lograrlo todo, lograste junto a mi papá que nunca me faltara nada para mis estudios y para mis necesidades, te amo tanto mami , recuerdo cuando enfermaste y aún me duele porque no te podía ver, pero Dios es grande Mami lo superaste, vinieron a la graduación y fui muy feliz ese día, estaba tan orgullosa de nosotros, ahora solo quiero que siempre estés llena de amor y salud.

*A mis hermanos:*

*Gilberto Cruz González*

*Rocío Cruz González*

*José Leandro Cruz González*

Muchas gracias por todos los momentos llenos de felicidad desde que éramos niños, sé que fui la más traviesa pero ustedes me amaron así, sin importar mis berrinches y mis groserías, estamos juntos en esto porque cada día alguno de nosotros se limitaba algo para que algún otro tuviera lo necesario; todos los recuerdos felices de mi infancia son con ustedes, desde que nos separamos para que yo pudiera estudiar los extrañé tanto, ahora cada uno ha tomado caminos diferentes pero siempre estaré para ustedes, gracias por mis sobrinos, mis traviesos que cada que hablo con ellos siempre me preguntan que dónde estoy y cuando iré a verlos, son muy hermosos. Leandro sólo queda decirte que espero verte triunfar en la vida. Juana muchas gracias por ser mi cuñada y por la buena amistad que hemos creado.

Este agradecimiento es para toda mi familia si los nombro a todos no terminaría jamás. Mis abuelitas se fueron antes de verme terminar, pero siempre las recordaré con mucho amor.

*A mi novio*

A ti por estar siempre a mi lado apoyándome, porque a pesar de la distancia pudimos hacer que esto funcionara, estoy muy agradecida por todo lo que haces por mí. Te amo, cumplamos muchas metas más, tengamos muchos recuerdos juntos, deseo éxito en tu vida amor.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por dejarme despertar con salud cada día, por darme la felicidad a cada momento.

Al **Dr. Luis Lauro de León González** por compartirme sus conocimientos, dedicarme parte de su tiempo libre y creer en mí.

Al **Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés** quien a pesar de tener mucho trabajo con sus pacientes me dedico tiempo cada vez que lo requería para obtener los resultados de este trabajo.

Al **M.C. Luis Pérez Romero** por brindarme su amistad y apoyarme en la búsqueda de literatura de este trabajo.

Al personal del Departamento de Recursos Naturales Renovables: Jesús Cabrera Hernández y Agustín Flores quienes contribuyeron a la toma de datos de campo.

A mi *ALMA TERRA MATER* por ser tan noble, permitiéndome formarme como profesionista y como persona, por enseñarme que siendo responsable triunfarás en cualquier lugar.

*A mis amigos*

Gris, Vale, Guadalupe y Erika, amigas lo logramos cada una por su lado pero tenemos una meta cumplida con la que soñábamos cuando estábamos en preparatoria.

Vicky, Hilda y Ramón muchas gracias por estar en este camino conmigo, los extraño, ojalá nos encontremos algún día de nuevo.

Samuel, Liliana, gracias por estar siempre que los necesité, hicimos una nueva familia, rara pero apoyándonos.

### **MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA**

La suscrita Mayté Raquel Cruz González, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41125840 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 metodología 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

---

Mayté Raquel Cruz González

Tesis de Licenciatura/UAAAN

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	V
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Zonas Áridas y Semiáridas de México.....	4
Definición de Términos.....	5
Planta Nodriza.....	5
Islas de Fertilidad.....	7
Facilitación.....	9
Desertificación.....	9
Restauración Ecológica.....	10
Rehabilitación Agroecológica.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Descripción del Área de Estudio.....	12
Ubicación.....	12
Clima.....	12
Suelo.....	13
Vegetación.....	13
Materiales.....	13
Nomenclatura de los Tratamientos.....	14
Metódica.....	14
Plantación.....	15

Toma de Datos.....	16
Parámetros Evaluados.....	16
Sobrevivencia.....	16
Crecimiento.....	16
Cobertura Aérea.....	16
Orientación geográfica.....	16
Fitomasa Aérea.....	17
Abono.....	17
Diseño y Análisis Estadístico.....	17
Estadística Descriptiva.....	17
Estadística Comparativa.....	18
Estadística Correlacional.....	18
Estadística Integral.....	18
Análisis de Factores.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
Estadística Descriptiva.....	19
Importancia de la Orientación Geográfica Debajo de la Planta Nodriz.....	19
Estación de Invierno: 16 de marzo de 2010.....	19
Cobertura aérea de todas las especies.....	19
Crecimiento de todas las especies.....	19
Estación de Primavera: 17 de mayo de 2010.....	20
Cobertura aérea de todas las especies.....	20
Crecimiento de todas las especies.....	20
Estación de Verano: 26 de agosto de 2010.....	21
Cobertura aérea de todas las especies.....	21
Crecimiento de todas las especies.....	22
Estación de Otoño: 08 de noviembre de 2010.....	22
Cobertura aérea de todas las especies.....	22
Crecimiento de todas las especies.....	22
Fitomasa aérea de todas las especies.....	23

Cobertura Aérea y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones del Año.....	24
Estación de Invierno: 16 de marzo de 2010.....	24
Estación de Primavera: 17 de mayo de 2010.....	25
Estación de Verano: 26 de agosto de 2010.....	25
Estación de Otoño: 08 de noviembre de 2010.....	26
Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año.....	27
Comparación de Medias en las Cuatro Estaciones del Año de Acuerdo a la Orientación Geográfica para Todas y Cada Una de las Especies.....	28
Efecto del Abono Sobre la Sobrevivencia de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.....	30
Estación de Invierno: 16 de Marzo de 2010.....	30
Estación de Primavera: 17 de Mayo de 2010.....	30
Estación de Verano: 26 de Agosto de 2010.....	30
Estación de Otoño: 08 de Noviembre de 2010.....	30
Estadística Comparativa.....	32
Sobrevivencia.....	36
Estadística Correlacional.....	38
Correlación de Variables.....	38
Estadística Integral.....	39
Análisis de Factores.....	39
V. DISCUSIÓN.....	40
Cobertura Aérea.....	40
Crecimiento.....	40
Fitomasa Aérea.....	41
Sobrevivencia.....	41
Abono.....	42
Orientación geográfica.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. LITERATURA CITADA.....	46
APÉNDICES.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
Núm.		
1	Comparación de medias de cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	29
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.....	29
3	Comparación de medias de cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	29
4	Comparación de medias de crecimiento (cm) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	29
5	Comparación de medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	32
6	Comparación de medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	33
7	Comparación de medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) y crecimiento (cm), en la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	34
8	Comparación de medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g), en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	35
9	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noreste.....	36
10	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Sureste.....	36
11	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Suroeste.....	37
12	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño, con orientación Noroeste.....	37

13	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo en la estación de otoño.....	38
14	Correlación entre las variables en estudio.....	38
15	Análisis de factores para el año 2010.....	39
A 1	Concentración de datos de cada orientación en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	51
A 2	Concentración de datos de cada orientación en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	52
A 3	Concentración de datos de cada orientación en la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	53
A 4	Concentración de datos de cada orientación en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	54
A 5	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	55
A 6	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	56
A 7	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	57
A 8	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	58
A 9	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	59
A 10	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	60
A 11	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	61
A 12	Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Localización geográfica del área de estudio en el Rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.....	12
2	Planta nodriza y su protegido.....	15
3	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	19
4	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	20
5	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	20
6	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	21
7	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	21
8	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	22
9	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	22
10	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	23

11	Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	23
12	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	24
13	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	24
14	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	25
15	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	25
16	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	26
17	Medias para crecimiento (cm) de todas de las especies, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	26
18	Medias para cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	27
19	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	27
20	Medias para fitomasa aérea (kg) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	28
21	Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).....	31
22	Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).....	31
23	Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de agosto de 2010).....	31

24	Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).....	31
----	---	----

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar a *Larrea tridentata* (gobernadora), como nodriza de arbustos en la rehabilitación de pastizales. Se realizó en el Rancho La Minita, propiedad del Ing. Roberto Rodríguez Valdez que se encuentra ubicado en el Municipio de Saltillo Coahuila, a los 25° 10' 21.73" de latitud norte y 101° 04' 39.42" de longitud oeste. Se utilizó el Punto Central de Cuadrante para determinar a la especie nodriza, en este caso el arbusto con mayor densidad fue *Larrea tridentata* y posteriormente se establecieron bajo su dosel a los arbustos en estudio.

Se plantaron siete especies las cuales fueron: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave salmiana* (maguey salmiana), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave scabra* (maguey áspero) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero), las siete especies se establecieron en los cuatro rumbos cardinales: NE, SE, SO y NO bajo el dosel de planta nodriza en líneas de 10 individuos por especie, en el mes de octubre de 2005 para ser evaluadas al año siguiente. La plantación fue de 280 individuos en 28 líneas, cada línea con 10 arbustos de una misma especie y en la misma orientación geográfica y como fuente de comparación se plantó el testigo, diez arbustos de cada especie en siete líneas, sin planta nodriza, por lo que obtuvimos 70 plantas más, teniendo 350 arbustos en total, además de que a los primeros cinco individuos de cada línea se les aplicó excremento de borrego como abono y a los otros cinco no se les aplicó.

La toma de datos se realizó en cada estación del año: invierno, primavera, verano y otoño. Se evaluó sobrevivencia de acuerdo al número de arbustos por especie que se mantuvieron vivos durante todo el año, cobertura aérea por medio de la fórmula de la elipse, crecimiento a través del grosor del diámetro de tallos de los arbustos y, para los magueyes y el nopal, la longitud de la penca; el efecto del abono se determinó de acuerdo a la media total de arbustos establecidos a los cuales se les aplicó excremento de borrego como abono, contra a los que no se les aplicó, fitomasa aérea se estimó por la técnica Adelaida. El análisis estadístico para sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, abono, fitomasa aérea y orientación geográfica se realizó a través del paquete estadístico NCSS 11.

Los resultados de esta investigación fueron favorables ya que la planta nodriza, *Larrea tridentata*, permite el crecimiento de otras especies bajo su dosel, siendo la mejor orientación la NE con las especies *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) con mayor porcentaje de sobrevivencia, mientras que para cobertura y crecimiento la mejor orientación fue la SE con las mismas especies, por último, la mejor orientación para fitomasa aérea (g) fue la NO con *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Todos los tratamientos son superiores al testigo, de igual forma, las orientaciones geográficas mejores fueron la SE y la NE ya que tienen gran influencia en la sobrevivencia de arbustos; la aplicación de abono favoreció el establecimiento de *Agave scabra* (AS), *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) contra los arbustos de la misma especie que no se le aplicó.

**Palabras clave:** nodriza, *Larrea tridentata*, rehabilitación, pastizales degradados, arbusto.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, los pastizales se encuentran principalmente en las zonas con clima seco y, entre ellas se ubican los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco, estos estados con una mayor superficie de pastizal que otros del país. Estas áreas se caracterizan por tener comunidades vegetales integradas principalmente por zacates y arbustos. Los pastizales son fuente de alimento para la fauna y ganadería principalmente, además de que contribuyen a la captación de agua de lluvia, por tanto a la recarga de los mantos acuíferos, nos proveen de aire limpio y paisaje en los espacios abiertos. Los pastizales son también el hábitat de la fauna silvestre, parte de ella en peligro de extinción.

La pérdida de los pastizales ha alcanzado niveles preocupantes como resultado de manejo inadecuado de la ganadería, la agricultura y la urbanización, los pastizales han perdido su capacidad de producción de forraje permitiendo que el suelo quede descubierto y se presente la erosión. Como consecuencia de esto tenemos ganado mal nutrido por falta de forraje de buena calidad. El nivel de deterioro ecológico de las zonas áridas y semiáridas se entiende mejor si se toma en cuenta que el suelo es un recurso no renovable pero que puede ser rehabilitado, siendo este un proceso lento debido que es muy tardado volver a formarlo, la mejor forma de tener un suelo fértil es mantenerlo cubierto de vegetación.

Para poder controlar los daños causados a los ecosistemas es necesario detener el proceso de degradación, mediante la rehabilitación de los pastizales.

El nodricismo en las zonas áridas tiene efectos positivos sobre la rehabilitación, ya que facilita el establecimiento y crecimiento de distintas especies bajo el dosel de un arbusto, porque otorga protección y condiciones climáticas mejores para su protegido, dentro de esta práctica también se pueden encontrar mejores orientaciones, donde el crecimiento es más rápido ya que en distintos rumbos cardinales se pueden encontrar resultados diferentes, principalmente hay menor radiación solar en unos que en otros, el efecto positivo del nodricismo se ve reflejado en las plantas protegidas. Esta práctica por lo general podría tener muy buenos resultados a largo plazo porque las plantas no deseadas se pueden utilizar como nodrizas en cualquier lugar, siendo estas no preferidas por el ganado, proporcionan un mejor refugio para la planta deseada, finalmente cuando se tenga

el tamaño deseado de las plantas protegidas se puede retirar a la nodriza, como consecuencia tendremos la rehabilitación de acuerdo a las plantas deseadas. Por ello, en este estudio se utilizó a la gobernadora (*Larrea tridentata*) como planta nodriza con el propósito de determinar si bajo su dosel se facilita el establecimiento de especies deseadas a fin de recuperar pastizales deteriorados por uso indebido.

### **Objetivo General**

- Evaluar a *Larrea tridentata* como nodriza de arbustos en la rehabilitación de pastizales.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la sobrevivencia de arbustos, con y sin nodriza, en cada estación del año.
- Evaluar el crecimiento de arbustos, con y sin nodriza, en cada estación del año.
- Evaluar la cobertura aérea de arbustos, con y sin nodriza, en cada estación del año.
- Evaluar la fitomasa aérea de arbustos, con y sin nodriza, en la estación de otoño.
- Evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la planta 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 cada estación del año, habrá mayor número de plantas comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar el crecimiento de arbustos con nodriza, en cada estación del año, éste será mayor comparado con el testigo.

Ho. Al evaluar la cobertura aérea de arbustos con nodriza, en cada estación del año, ésta será mayor comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar la fitomasa aérea de arbustos con nodriza, en la estación en otoño, ésta será mayor comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la planta nodriza en la sobrevivencia de arbustos, habrá mayor número de plantas comparada con el testigo.

Ho. Al evaluar el efecto del abono de borrego en la sobrevivencia de arbustos, habrá mayor número de plantas comparada contra los que no se les aplicó.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Zonas Áridas y Semiáridas de México**

Según la COTECOCA, las zonas áridas son aquellas superficies del territorio nacional en donde las precipitaciones anuales son iguales o menores a 350 mm y como semiáridas a aquellas en donde la precipitación anual va de 350 a 500 mm. La región árida y semiárida cubre el 50.1 por ciento del territorio nacional en la cual se incluyen los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas.

Estas regiones tienen como característica principal la escasez de agua, debido a que la distribución de la precipitación pluvial es errática y en demasiadas ocasiones ésta es de manera torrencial, provocando el arrastre de suelo en grandes cantidades y por lo general se va el de las capas fértiles provocando con esto la erosión y la pérdida de la capacidad productiva del mismo; otra característica de estas regiones son los niveles altos de radiación solar incidente, variaciones amplias de temperatura durante el día y la noche y vientos fuertes.

La vegetación en las zonas áridas y semiáridas presenta grandes variaciones, ya que predominan los arbustos con plantas bajas, leñosas y muy ramificadas desde la base, la floración y la composición de ésta varía de acuerdo a las condiciones microclimáticas, topográficas y edáficas de las diversas localidades y debido a esto se puede clasificar de la manera siguiente:

- Matorrales con predominio de arbustos que alternan con algunos árboles:
  - Mezquites y huizaches
  - Chaparrales
- Matorrales formados por comunidades arbustivas
  - Subtropical (Matorral desértico parvifolio)
  - Submontano (Matorral submontano)
  - Espinoso (Matorral espinoso tamaulipeco)
  - Xerófilo (Matorral xerófilo)

No obstante que la comunidad florística de las comunidades arbustivas de las zonas áridas es moderada, por lo menos 6000 especies descritas, poseen un potencial considerable de recursos naturales, considerados como forestales (Cervantes, 2005).

### **Definición de Términos**

#### **Planta Nodriz**

Las plantas nodriza generan una “zonación microclimática” diferente a la de los sitios abiertos, bajo estas, la radiación es menor considerablemente en comparación con el espacio abierto, además, de que se reduce la evaporación y la temperatura del suelo y del aire. El microclima proporcionado por la nodriza aumenta considerablemente la vida de las plántulas que se albergan debajo de ella, siendo esto más difícil para las plántulas que se encuentran en un sitio abierto (Del Pozo *et al.*, 1989).

Para Huelgas y Del Val (2014) una planta nodriza es aquella que facilita el crecimiento de las especies banco (plántulas) que crecen bajo su copa, ésta genera un microambiente más adecuado y favorable que los encontrados en sitios abiertos, debajo de la copa de la planta nodriza se pueden encontrar condiciones mejores de luz, humedad, temperatura y nutrimentos lo que hace posible que la especie banco crezca fácilmente.

Algunos ejemplos de que la planta nodriza es necesaria para la sobrevivencia de plántulas de la misma o diferente especie, son los siguientes:

Según García y Mandujano (2010) el peyote requiere de una planta nodriza. Para evaluar y comprobar su hipótesis observaron si las plantas de estudio tenían relación con el estrato arbustivo del lugar, de existir dicha asociación identificaron la especie nodriza; de las especies perennes relacionadas con el peyote se estimaron su cobertura al igual que la de los espacios abiertos, determinaron la orientación de la parcela y elaboraron un mapa de las especies (nodriza y protegida). De acuerdo al estudio se encontró que el 91 por ciento de los peyotes estudiados se encontraron debajo de alguna nodriza arbustiva, siendo de mayor importancia *Larrea tridentata* con el 65 por ciento de peyotes bajo su dosel, seguida por *Acacia* sp. con tres por ciento de peyote total bajo su dosel y finalmente *Cordia parvifolia* con uno por ciento de peyotes, esto indica que hay preferencia del peyote por estas especies como nodriza y por tanto se encuentran menos individuos en

espacios abiertos. La densidad encontrada para la región de Cuatrociénegas, Coahuila es de 0.35 individuos/m<sup>2</sup> que es el valor para sitios perturbados de San Luis Potosí, además se encontró que los cuadrantes sur dieron mejores resultados que el norte en la Sierra de San Marcos y Pinos, mientras que para la Sierra de la Madera ninguno de los cuadrantes mostró diferencias.

En el Estado de Tamaulipas, México, se evaluó la asociación de la planta nodriza con su protegida. Se establecieron parcelas en donde se censó el total de poblaciones de *Echinocactus texensis*, *Astrophytum asterias*, *Esclerocactus scheeri*, *Ariocarpus retusus* y *Mammillaria heyderi*. Enseguida se realizó la base de datos donde se registraron las condiciones en las que crecen las especies diferentes.

*Echinocactus texensis* crece debajo de arbustos y nopales, entre los cuales se encuentran: panalero (*Forestiera angustifolia*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), anacahuita (*Cordia boissieri*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y, en menor proporción debajo del huizache o gavia (*Acacia farnesiana*), tullidora (*Karwinskia humboldtiana*) estas como nodrizas principales.

*Astrophytum asterias* crece principalmente debajo de arbustos de panalero (*F. angustifolia*) de igual manera presenta una asociación positiva significativa con la especie coma (*Bumelia lanuginosa*) y con el mezquite (*P. laevigata*).

*Esclerocactus scheeri* crece debajo de los arbustos de mezquite (*P. laevigata*) como mejor nodriza, enseguida de abrojo (*Opuntia tunicata*) y finalmente con el panalero (*F. angustifolia*).

A *Ariocarpus retusus* se le encontró principalmente debajo del huizache (*Acacia farnesiana*), enseguida del panalero (*F. angustifolia*) y finalmente con tullidora (*K. humboldtiana*).

*Mammillaria heyderi* presenta mayor asociación con el abrojo (*O. tunicata*) y con el mezquite (*P. laevigata*).

Se deduce que las condiciones son menos severas al tener una nodriza, pero de igual forma se puede observar el establecimiento de estas especies en espacios abiertos ya que el lugar

cuenta con las condiciones de humedad óptimas para el desarrollo de este tipo de vegetación (Muro, 2011).

En la práctica del nodricismo se tiene claro que un arbusto puede tener bajo su dosel plántulas de la misma especie o diferentes, proporcionándole un micro hábitat adecuado para su sobrevivencia. Sin embargo, estudios recientes rebelaron las desventajas de utilizar arbustos como nodrizas porque bajo condiciones de alto estrés ambiental las interacciones de competencia son más importantes que las de facilitación, la escasez de recursos necesarios para sobrevivir en ambientes áridos y semiáridos, principalmente de agua, determinan qué tanto la planta nodriza como la protegida compitan por agua, a este fenómeno se le conoce en diferentes lugares como “sombra seca” ya que es lo único que el protegido puede obtener de la nodriza en estas épocas críticas. Bajo este tipo de problema los “objetos nodriza” juegan un papel importante ya que pueden desempeñar un rol facilitador similar al de los arbustos, con la excepción de que no hay el mismo contenido de materia orgánica pero permite un ambiente con pocas variaciones de temperatura y humedad, evitando pérdidas de agua por evaporación, con la ventaja de que a diferencia de un arbusto nodriza y un objeto nodriza no hay competencia de nutrimentos ni de agua con las plantas protegidas, finalmente se recomienda que para lugares con baja precipitación anual sean objetos nodriza utilizados para esta práctica (Ramírez, 2011)

Por otra parte, Coello (2015) y León *et al.* (2015) citan que *Flourensia cernua* tiene efectos positivos en la sobrevivencia de arbustos forrajeros bajo su dosel y en la orientación NE se desarrollan favorablemente *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR).

### **Islas de Fertilidad**

En zonas áridas y semiáridas las islas de fertilidad se encuentran debajo del dosel de los árboles y arbustos, se les dio este nombre ya que cuentan con suelo con mayor contenido de humedad y nutrimento incluyendo el nitrógeno (García y Mckell, 1970). La formación de estas islas está directamente relacionada con la distribución de la vegetación y de la acumulación de residuos (hojarasca), la isla de fertilidad también puede recibir el nombre de mosaico de acumulación de nitrógeno o mosaico de disponibilidad de nitrógeno (Celaya y Castellanos, 2011).

Harper (1977) propone el nombre de “sitio seguro” a lo que ahora se le conoce como isla de fertilidad esto para hacer referencia a los micrositios adecuados para la germinación y establecimiento de plántulas, sin embargo, suelen ser susceptibles viéndose reflejado en el porcentaje de germinación, sobrevivencia y crecimiento de las plántulas.

Ramos (2011) cita que *Larrea tridentata* funciona como nodriza ya que tiene influencia positiva al establecer diferentes especies de arbustos forrajeros bajo su dosel ya que ésta forma su isla de fertilidad enriqueciendo el suelo, permitiendo mayor sobrevivencia que las mismas especies testigo.

Pérez (1990) cita que las mejores condiciones para emergencia y crecimiento de *Atriplex canescens* se dan en la isla de fertilidad en comparación con condiciones microambientales generado entre arbustos de *Larrea*, siendo de gran importancia en la transformación de pastizales en las zonas áridas y semiáridas. La isla de fertilidad generada por *Larrea* adulta mejoró los resultados de sobrevivencia y crecimiento de *A. canescens*, comparando con los microambientes antes mencionados.

En el suelo virgen antes de la siembra del zacate (*buffel*) se encontró que el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo aprovechable y valores altos de conductividad eléctrica es mayor en suelo obtenido de una isla de fertilidad a la profundidad de 0-10 cm, esto con respecto al suelo del área adyacente de un matorral de *Larrea* en la misma profundidad, sin embargo el pH es el mismo; después de la siembra los valores de fósforo, potasio, pH y la conductividad eléctrica disminuyeron en forma notoria en el suelo obtenido de la isla de fertilidad, de igual manera disminuyó el valor de limo y el de arcilla aumentó (Rubio, 1997).

Para poder llevar a cabo la rehabilitación es preferible conocer el contenido de materia orgánica en el suelo, por eso es importante aplicar material orgánico para notar las diferencias, en el momento de la aplicación es posible que el suelo no retenga mucha humedad pero es suficiente para crear un sitio seguro de germinación de plantas anuales y dando inicio a la formación de la isla de fertilidad para facilitar el establecimiento de nuevas plantas en los ciclos siguientes (Sánchez, 1997).

### **Facilitación**

La facilitación (Lasso, 2015) o también conocido como el síndrome de la planta nodriza (Ren *et al.*, 2008) actúa directa o indirectamente a través de diversos mecanismos. La facilitación puede ser por plantas arbustivas las que fomentan el crecimiento y desarrollo de otras especies debajo del dosel (Padilla y Pugnaire, 2006). Cruz (2009) registro que las mejores orientaciones debajo de la nodriza son la NE y la SE ya que favoreció el crecimiento en la estación de otoño siendo beneficiadas *Agave atrovirens* (AA), *Agave salmiana* (ASA) y *Opuntia rastrera* (OR). *Ambrosia deltoidea* y *Cercidium microphyllum* fomentan el crecimiento de plántulas de *Carnegia gigantea* en el desierto Sonorense (Franco y Novel, 1989). Debajo del dosel de *Olneya tesota* se puede crear un microambiente para el establecimiento de hasta 75 especies de manera similar; Larrea *et al.* (2005) evaluaron a *Prosopis flexuosa* en el establecimiento de otras especies y encontraron mayor número de plántulas de diversas especies debajo del dosel que en espacios abiertos. De igual manera, en *Prosopis glandulosa* se observa el mismo mecanismo (Archer *et al.*, 1988).

### **Desertificación**

Es el proceso de degradación de la tierra, donde ésta pierde su capacidad de producir, generalmente se presenta en zonas áridas y semiáridas como resultado del sobrepastoreo, expansión de áreas agrícolas, desmontes y deforestación, además del clima con el que estas áreas cuentan. Por tanto se dice que la tierra se hace más seca.

Para llegar a decir que existe la desertificación en un lugar, tienen que haber transcurrido los procesos responsables de ello:

- Degradación de la cubierta vegetal
- Erosión hídrica
- Erosión eólica
- Salinización
- Reducción de materia orgánica del suelo
- Encostramiento y compactación del suelo

Además, la desertificación se clasifica en ligera, moderada, severa y muy severa permitiendo saber que las zonas áridas son susceptibles a esta (Granados *et al.*, 2013).

### **Restauración Ecológica**

Es entendido como el regreso de un ecosistema a un estado similar al que estaba originalmente. Sánchez (2008) dice que la restauración ecológica se basa en una serie de acciones para regresar al ecosistema a su estado original o similar al que se encontraba antes del disturbio recuperando las especies nativas del lugar sin tener que introducir más de ellas dándose la sucesión de manera natural y hasta que el ecosistema tome su curso.

Básicamente son prácticas realizadas para la recuperación del ecosistema comparando su salud actual con la original, también puede ser considerada como el restablecimiento de un ecosistema dañado. Para poder llevar a cabo la restauración ecológica se deben de entender la sucesión primaria, sucesión secundaria en conjunto con procesos fenológicos y biogeoquímicos para poderlos utilizar en ésta, es importante saber que la cubierta vegetal no será capaz de recuperar todas sus especies, por lo tanto no se asegura la reproducción exacta del ecosistema ya que por medio de la restauración creó la que hay en la actualidad.

Niño (2004) cita que en el establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril, el *Agave atrovirens* (AA) sobrevive en regiones áridas sin tener que utilizar algún tipo de abono o sustancia, mientras que *Prosopis glandulosa* (PG) tiene una mayor sobrevivencia si se le aplican sustancias húmicas, de igual manera se da para *Agave scabra* (AS) mientras que para *Atriplex canescens* (AC) el nutrimento enraizador (Raizal 400®) y las sustancias húmicas dieron mejor resultado en comparación al testigo, permitiendo restaurar zonas áridas con mayor porcentaje de éxito.

### **Rehabilitación Agroecológica**

Urbanka *et al.* (1997) dice que la rehabilitación hace referencia a cualquier acto de mejoramiento de un área degradada, sin embargo no se espera que esta regrese a su estado original, algo similar pasa con la restauración.

La FAO (2003) cita que al realizar una rehabilitación se desea recuperar la productividad del aérea, pero no su estructura original, con el fin de obtener los bienes y servicios que se tenían antes de que el área fuera degradada.

Paz (2009) menciona que la plantación de arbustos de debe hacer en la estación de verano en las orientaciones NE y SE bajo el dosel de una planta nodriza para lograr la

rehabilitación ya que existen condiciones mejores de sobrevivencia, mientras que para el crecimiento las orientaciones favorables son la NE y SE, las especies recomendables para la rehabilitación, en su investigación, fueron el maguey manso (*Agave atrovirens*) y el nopal rastrero (*Opuntia rastrera*).

Las orientaciones NE, SE y NO son las mejores para utilizar a *Flourenzia cernua* (hojasén) como nodriza de maguey manso (*Agave atrovirens*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) y maguey áspero (*Agave scabra*) ya que la sobrevivencia de estos es mejor que si se plantaran fuera de la nodriza (Altunar, 2013).

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

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Descripción del Área de Estudio

##### Ubicación

La investigación comenzó en el año 2005 en el Rancho **La Minita** propiedad del Ing. Roberto Rodríguez Valdez que se encuentra ubicado en el Municipio de Saltillo Coahuila, a los 25° 10' 21.73" de latitud norte y 101° 04' 39.42" de longitud oeste, a una altura de 1926 metros sobre el nivel del mar. La vía de acceso principal con la que se cuenta es la carretera federal número 54 en el tramo Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas; de Saltillo, 36 km al sur se localiza el Ejido Agua Nueva y de éste un kilómetro al oriente, por camino de terracería, se encuentra el rancho (CETENAL, 1975), el cual colinda con el Ejido Santa Fe de los Linderos y al sureste con el rancho el Molano.



*Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el Rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.*

##### Clima

Es caracterizado como muy seco y semicálido muy extremo (BWh de acuerdo con la clasificación climática de Köppen), la presencia de lluvias es por lo general en la estación de verano, la precipitación promedio anual es de 300 mm y la temperatura promedio anual llega a los 19.2°C (Vargas, 1990).

### **Suelo**

CETENAL (1976) indica que los tipos de suelo predominantes en el rancho **La Minita** son: en el pie de montaña rendzina y en partes montañosas litosol.

### **Vegetación**

COTECOCA (1979) reporta que la vegetación existente en el rancho **La Minita** es: Bosque aciculifolio, pastizal amacollado, pastizal mediano abierto y matorral inerme parvifolio. Los diferentes tipos de vegetación se encuentran formados por las especies mencionadas en seguida.

*Bouteloua gracilis* (Navajita azul)

*Bouteloua hirsuta* (Navajita velluda)

*Bouteloua curtipendula* (Banderilla)

*Bothriochloa saccharoides* (Popotillo azucarado)

*Asistida* sp. (Tres barbas)

*Leptochloa dubia* (Zacate gigante)

*Setaria macrostachya* (Tempranero)

Además de estas especies de zacates se encuentra arbustivas características de las zonas áridas como *Nolina cespitifera* (cortadillo), *Opuntia cantabrigiensis* (nopal cuijo), *Agave striata* (guapilla), *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Yucca carnerosana* o *faxoniana* (palma samandoca) y *Dasyilirion palmeri* (sotol)

### **Materiales**

El estudio comenzó en el año 2005 cuando se plantaron los arbustos y, fue el pasante Antonio López Monjaraz quien evaluó el primer año (2006), el segundo año (2007) el estudio corresponde al pasante Fausto Constantino Paz Guzmán; el tercer año (2008) fue analizado por Gumersindo Cruz Manuel y el cuarto año (2009) estuvo a cargo de Adrián Ramos Pinto, los cuatro llevaron a cabo la investigación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. En esta tesis estamos evaluando los datos de 2010. En este estudio se utilizó a la gobernadora (*Larrea tridentata*) como planta nodriza, además de considerar siete diferentes especies arbustivas, que fueron plantadas bajo el dosel de la nodriza y evaluadas cada estación del año, las especies son las siguientes: Costilla de vaca (*Atripex canescens*), numularia (*Atripex numularia*), maguey salmiana (*Agave salmiana*), maguey

manso (*Agave atrovirens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), maguey áspero (*Agave scabra*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*).

El material de apoyo utilizado para la recopilación de datos en el campo fue el siguiente:

- Cinta métrica
- Vernier
- Libreta
- Regla
- Bolsas de papel
- Balanza analítica
- Calculadora

### **Nomenclatura de los Tratamientos**

A los tratamientos se les asignó la nomenclatura siguiente:

- T0= Testigo
- T1= Noreste (NE)
- T2= Sureste (SE)
- T3= Suroeste (SO)
- T4= Noroeste (NO)

La nomenclatura de las especies quedó de la manera siguiente:

- AC= *Atripex canescens* (costilla de vaca)
- AN= *Atripex 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**

Lo primero a analizar con este proyecto era saber qué planta se utilizaría como nodriza; debía de ser una planta que permitiera establecer bajo su dosel los arbustos bajo estudio.

De las plantas en campo, la gobernadora (*Larrea tridentata*) fue la que obtuvo mayor densidad de acuerdo al método Punto Central de Cuadrante, permitiendo elegir a ésta como nodriza. Después de seleccionar a la gobernadora se procedió a plantar debajo de su dosel los arbustos de estudio, cada especie en diferentes rumbos cardinales: NE, SE, SO y NO. Se trazaron líneas las cuales contaban con 10 individuos de cada especie, esto se realizó en otoño de 2005. Las siete especies de arbustos que se plantaron son: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave scabra* (maguey áspero), *Agave atrovirens* (maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave salmiana* (maguey salmiana) y *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).



Figura 2. Planta nodriza y su protegido.

### **Plantación**

Esta etapa del estudio se llevó a cabo en octubre de 2005, se plantaron un total del 280 plantas en líneas de 10 individuos cada una, los 10 individuos de la misma especie dando un total de 28 líneas totales con las siete especies consideradas para todo el estudio, la plantación fue igual para cada uno de los rumbos cardinales.

Además, se plantaron 10 arbustos de cada especie en siete líneas, pero sin planta nodriza, los que se consideraron como testigo, esto con el fin de tener una fuente de comparación, dando un total de 350 arbustos por orientación. Al momento de realizar la plantación también se adicionó un litro de agua por arbusto y se realizó un pequeño cajete para captar agua de lluvia, en esta etapa del estudio también se añadió a las plantas estiércol de

borrego, como abono, esto sólo a las primeras cinco plantas de cada línea, a las otras cinco no se les aplicó abono.

### **Toma de Datos**

Los datos de campo se tomaron en cada estación del año durante 2010 en las fechas siguientes:

- Invierno: 16 de marzo de 2010
- Primavera: 17 de mayo de 2010
- Verano: 26 de agosto de 2010
- Otoño: 08 de noviembre de 2010

### **Parámetros Evaluados**

Los parámetros que se evaluaron para las siete especies arbustivas fueron: sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, orientación geográfica y fitomasa aérea. Cabe mencionar que la fitomasa aérea sólo se evaluó en la estación de otoño.

### **Sobrevivencia**

Se determinó contando los individuos de cada especie que se mantuvieron vivos durante el tiempo del estudio, el cual fue del año 2010.

### **Crecimiento**

Se determinó midiendo con un vernier el incremento en el diámetro de los tallos de los arbustos y para el nopal y los magueyes se midió la longitud de la penca con una cinta métrica (Niño, 2004; León *et al.*, 2010), esto se evaluó en las cuatro estaciones del año.

### **Cobertura Aérea**

Esta se obtuvo al medir los diámetros mayor y menor de cada una de las especies con o sin nodriza; los datos se tomaron cuatro veces por año en cada una de las estaciones. La fórmula que se utilizó para determinar este parámetro fue la de un elipse ( $\pi * r1 * r2$ ).

### **Orientación Geográfica**

Se evaluó al contabilizar el número de arbustos sobrevivientes en cada orientación geográfica.

### **Fitomasa Aérea**

Ésta se estimó por medio de la técnica de Adelaida mencionada por Adrew *et al.* (1979) sólo en la estación de otoño, esta técnica se lleva a cabo cortando una rama del arbusto o bien una penca de maguey o nopal, dependiendo el caso y, se estima cuantas veces puede caber ésta en cada uno de los individuos sobrevivientes.

### **Abono**

De cada 10 individuos plantados bajo el dosel de la especie nodriza de cada línea, a los primeros cinco se les aplicó abono de borrego al momento de la plantación, mientras que a los cinco restantes no. El efecto del abono se determinó de acuerdo a la media de individuos sobrevivientes con y sin abono, para cada especie.

## **Diseño y Análisis Estadístico**

### **Estadística Descriptiva**

El programa estadístico que se utilizó para evaluar los diferentes parámetros fue el NCSS 11 Análisis de Datos para obtener las medidas de tendencia central: media, mediana y moda (Moore, 2000). De igual manera, se obtuvieron las de dispersión: variabilidad, desviación estándar y coeficiente de variación (Corona y Tovar, 2000), para los parámetros de cobertura aérea, crecimiento, sobrevivencia, efecto del abono y fitomasa aérea. Este análisis general de resultados abarca cobertura aérea y crecimiento para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno (n=1400) y; para la variable fitomasa aérea sólo se presenta en la estación de otoño (Tablas A1-A4).

La segunda evaluación es un análisis específico de cobertura área, crecimiento y fitomasa aérea por cada especie, en las cuatro estaciones del año (n=700) y, para fitomasa aérea únicamente se hizo en la estación de otoño (Tablas A5-A8)

El siguiente análisis, tercero, es la comparación de medias en las cuatro estaciones del año de acuerdo a la orientación geográfica para todas las especies.

El cuarto análisis se hace para el efecto del abono sobre el establecimiento de las especies, efectuando una comparación en las cuatro estaciones del año.

### **Estadística Comparativa**

Para esta parte del trabajo se realizó la comparación de medias entre tratamientos, para ello se utilizaron tablas de t-Student como una prueba de rango múltiple con el objetivo de obtener las significancias estadísticas ( $=$ ,  $\neq$ ,  $<$ ,  $>$ ) entre tratamientos. Los resultados, que se presentan en tablas, se comparan las medias de los tratamientos con el testigo para cada orientación geográfica (NE, SE, SO y NO) y para todas las estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño) para los parámetros de cobertura aérea ( $\text{cm}^2$ ) y crecimiento (cm); para fitomasa aérea (g) sólo se hizo una vez al año, en otoño (Tabla 5-8).

Posteriormente se calcularon los porcentajes de sobrevivencia con estadística no paramétrica, lo cual se realizó al final de año, en la estación de otoño (Tablas 9-12). Los datos se presentan para cada orientación geográfica y, en la Tabla 13 se muestra una comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo (Estrada 2006).

### **Estadística Correlacional**

La estadística correlacional se analizó con el programa estadístico NCSS 11 con el cual se realizó una correlación lineal y con ello se observó el grado de relación que existe entre las variables bajo estudio (Spiegel y Stephens, 2002).

### **Estadística Integral**

#### **Análisis de Factores**

El análisis de factores se obtuvo mediante una tabla de factores con el paquete estadístico NCSS 11 cuyo propósito principal es integrar las variables bajo estudio para concluir cuál es la más importante y que sea representativa de acuerdo a las significancias, además, la relación que se presenta con las demás, para poder inferir el comportamiento de la población de manera general.

## IV. RESULTADOS

### Estadística Descriptiva

#### Importancia de la Orientación Geográfica Debajo de la Planta Nodriz

**Estación de Invierno: 16 de Marzo de 2010**

##### *Cobertura aérea de todas las especies*

La primer toma de datos se realizó en la estación de invierno en la que la orientación SE presentó mayor cobertura que las demás orientaciones superando al testigo 6.08 veces. La orientación SO fue mayor que el testigo 4.09 veces y finalmente las orientaciones NE y NO superaron al testigo en 3.86 y 3.39 veces respectivamente (Fig. 3).

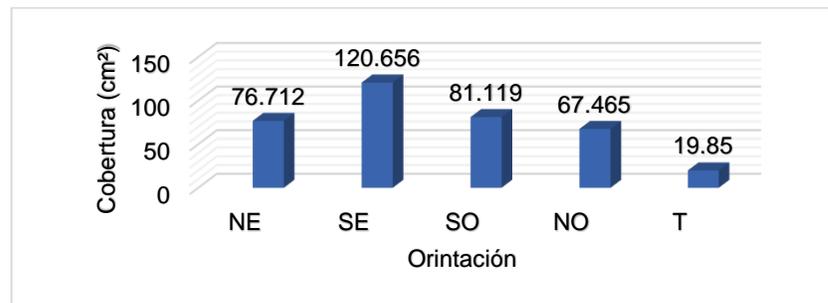
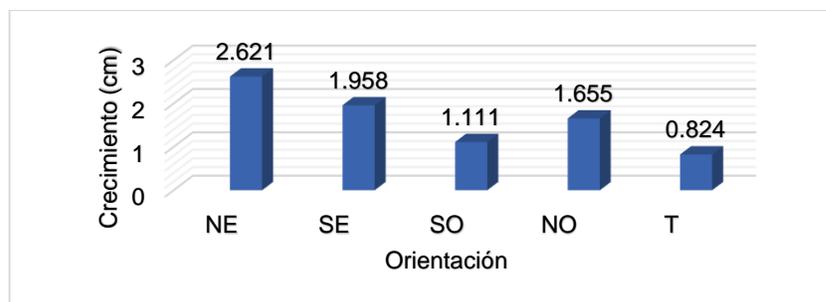


Figura 3. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

##### *Crecimiento de todas las especies*

Según los datos (Fig. 4), la orientación NE fue la que alcanzó un mayor crecimiento al superar al testigo 3.18 veces, seguida por la orientación SE que lo superó en 2.38 veces. La orientación NO superó al testigo 2.0 veces mientras que la orientación SO sólo logró superarlo 1.35 veces.

Para el crecimiento las orientaciones que tuvieron un mejor resultado fueron la NE y la SE en la estación de invierno.

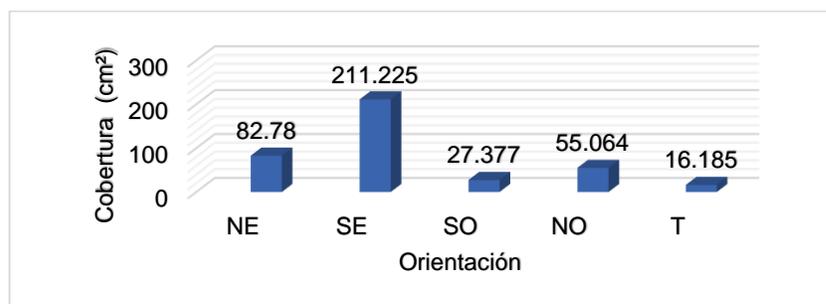


**Figura 4.** *Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).*

### **Estación de Primavera: 17 de Mayo de 2010**

#### ***Cobertura aérea de todas las especies***

La segunda toma de datos se realizó en primavera, de la cual se obtuvieron los resultados siguientes: la orientación SE superó al testigo 13.05 veces, siendo la orientación con mayor cobertura, seguida por la orientación NE superando al testigo 5.11 veces, mientras que las orientaciones con menor cobertura aérea fueron la NO y la SO; la NO superó al testigo 3.40 veces y la SO sólo en 1.69 veces (Fig. 5).



**Figura 5.** *Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).*

#### ***Crecimiento de todas las especies***

Los datos obtenidos en esta estación (Fig. 6) reflejaron los resultados siguientes: la orientación que presentó mayor crecimiento fue la SE, superando al testigo 9.52 veces, en seguida se encuentra la orientación NE mejorando al testigo 9.29 veces, la orientación

NO superó al testigo 3.21 veces y finalmente la orientación SO superó al testigo 1.37 veces.

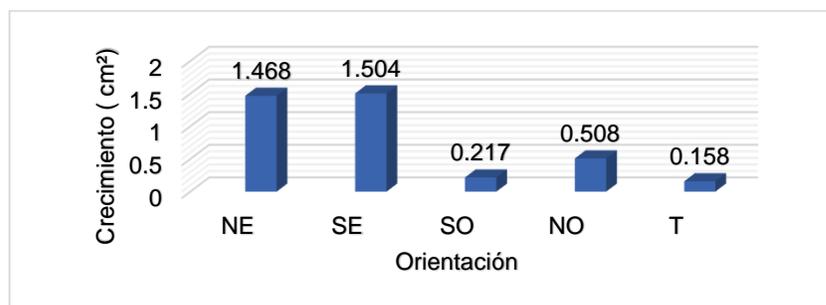


Figura 6. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

### Estación de Verano: 26 de Agosto de 2010

#### *Cobertura aérea de todas las especies*

La orientación con mayor cobertura fue la SE, la que superó al testigo 6.32 veces; la orientación NE fue mejor que el testigo 4.86 veces; la orientación SO mejoró al testigo 4.46 veces y finalmente la orientación NO superó al testigo 3.28 veces (Fig. 7).

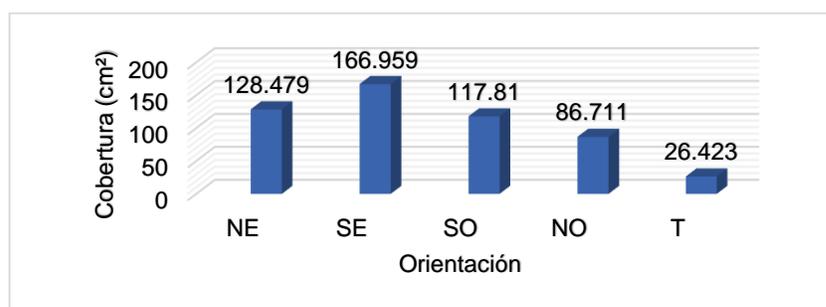


Figura 7. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).

#### *Crecimiento de todas las especies*

Durante esta estación la orientación NE presentó mayor crecimiento, superando al testigo 3.79 veces, en seguida se encuentra la orientación SE con 3.08 veces. La orientación NO mejoró al testigo 2.61 veces y finalmente la orientación SO con 1.56 veces (Fig. 8).

Se deduce que las orientaciones NE y SE favorecen al crecimiento de las especies.

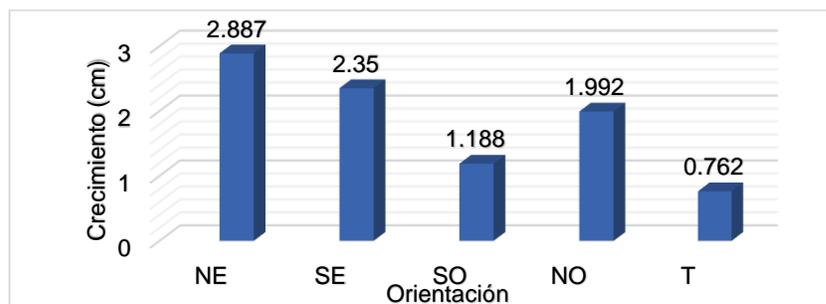


Figura 8. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).

### Estación de Otoño: 08 de Noviembre de 2010

#### *Cobertura aérea de todas las especies*

La orientación que presentó mayor cobertura aérea en esta estación fue la SE (Fig. 9) superando al testigo 7.29 veces, en seguida se encuentra la orientación NE, mejor que el testigo 5.74 veces; la orientación SO mejoró al testigo 5.46 veces y por último se encuentra la orientación NO superando al testigo 3.78 veces.

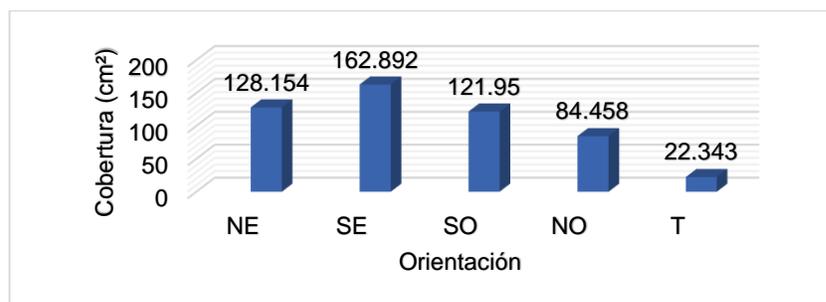


Figura 9. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

#### *Crecimiento de todas las especies*

La orientación con mejor crecimiento en todas las especies fue la NE superando al testigo 3.20 veces (Fig. 10), seguida de esta se encuentra la orientación SE con 2.74 veces, la

orientación NO superó al testigo 2.06 veces. Finalmente se encuentra la orientación SO que fue mejor que el testigo en 1.60 veces.

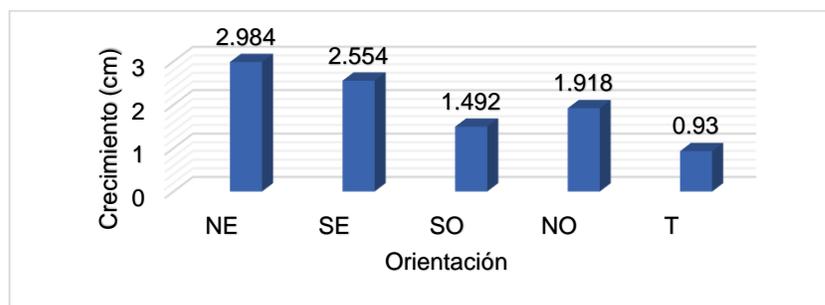


Figura 10. *Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).*

### ***Fitomasa aérea de todas las especies***

La fitomasa sólo fue tomada en la estación de otoño, de acuerdo a los resultados obtenemos que la orientación con más fitomasa es la NO, superando al testigo 4.94 veces, en seguida se encuentran las orientaciones NE y SE, superando al testigo 4.47 y 4.40 veces respectivamente, por último se encontró la orientación SO que mejoró al testigo en 4.16 veces (Fig. 11).

Se deduce que la fitomasa tiene un mejor rendimiento en la orientación NO.

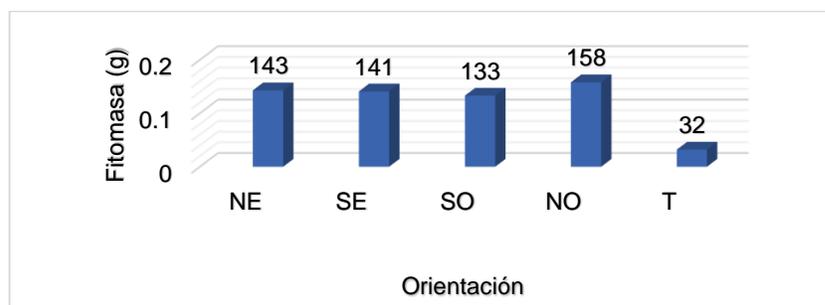


Figura 11. *Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies, en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).*

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

### Estación de Invierno: 16 de Marzo de 2010

De acuerdo a la estadística descriptiva para cada especie, en invierno se obtuvo que las especies con mejor **cobertura aérea** fueron: *Agave atrovirens* (maguey manso) (AA), *Opuntia rastrera* (nopal rastrero) (OR) y *Agave scabra* (maguey áspero) (AS), aunque *Prosopis glandulosa* (mezquite) (PG) no tenga gran cobertura, cabe mencionar que ha sobrevivido. Las especies que no lograron establecerse fueron *Atripex canescens* (costilla de vaca) (AC), *Atripex numularia* (numularia) (AN) y *Agave salmiana* (maguey salmiana) (ASA) (Fig. 12).

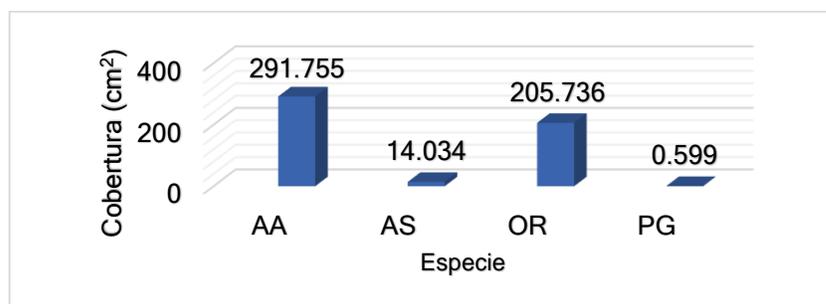


Figura 12. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

Para el **crecimiento** (Fig. 13) en la misma estación, la especie con mayor impacto fue *Agave atrovirens* (AA), seguido por *Opuntia rastrera* (OR). Esto se debe a la capacidad de estas especies para aprovechar el agua del suelo donde fueron establecidas.

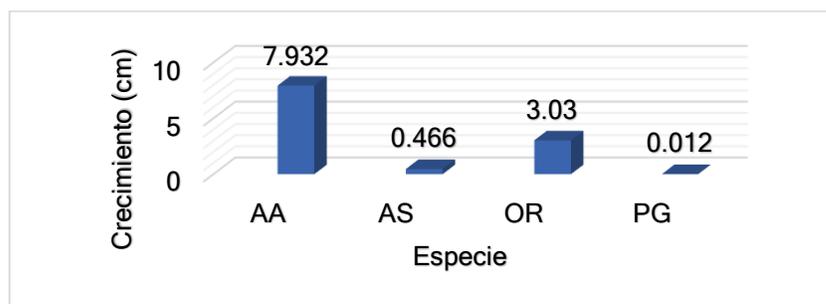


Figura 13. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

### Estación de Primavera: 17 de Mayo de 2010

En esta estación la especie con mejor **cobertura aérea** fue *Agave atrovirens* (AA) (Fig.14), superando a *Opuntia rastrera* (OR) con muy poco. Las dos especies tienen la misma tendencia a ser las mejores en invierno y primavera.

Para el **crecimiento** en esta estación del año, la especie que tuvo un mejor rendimiento fue *Opuntia rastrera* (OR), seguida por *Agave atrovirens* (AA). El *Agave\_scabra* (AS) y *Prosopis glandulosa* (PG) sobreviven pero su crecimiento es muy lento (Fig. 15).

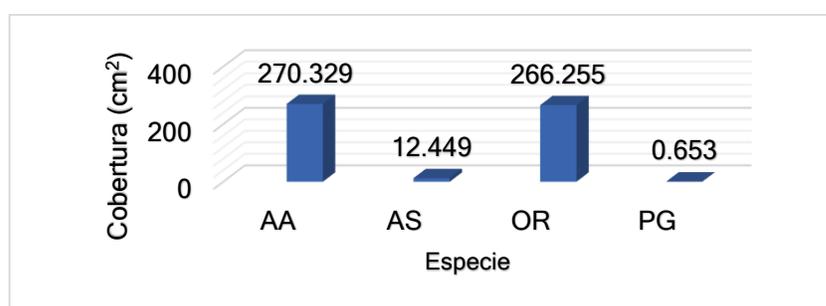


Figura 14. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

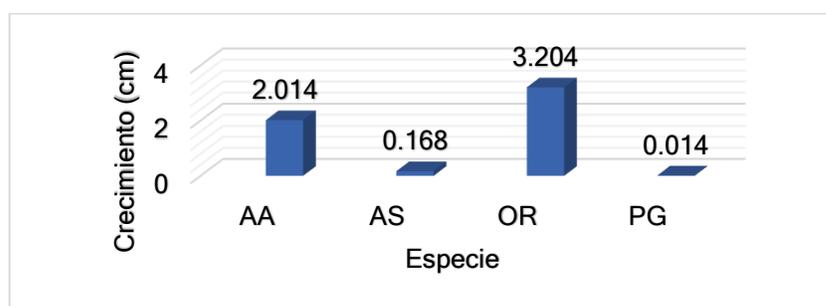


Figura 15. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

### Estación de Verano: 26 de Agosto de 2010

La **cobertura aérea** de las especies sigue el mismo patrón que en las estaciones anteriores, sigue predominando *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), en ese

orden. *Agave scabra* (AS) y *Prosopis glandulosa* (PG) sobreviven pero con coberturas muy por debajo de las otras dos especies (Fig. 16).

Para la variable de **crecimiento** (Fig. 17) las especies predominantes son las mismas, *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR).

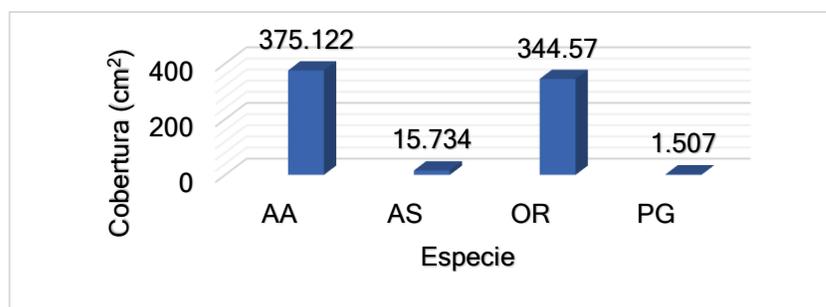


Figura 16. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).

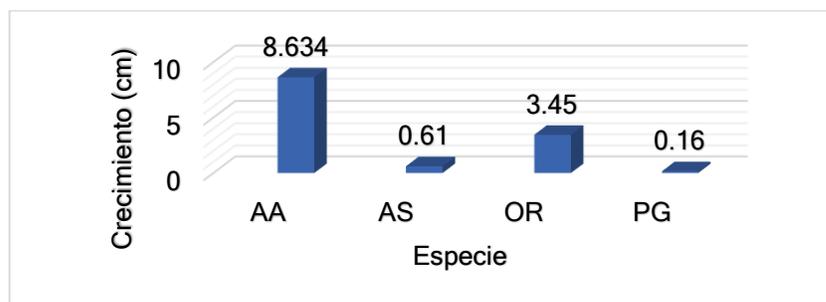


Figura 17. Medias para crecimiento (cm) de todas de las especies, para la estación de verano (26 de agosto de 2010).

### Estación de Otoño: 08 de Noviembre de 2010

En la estación de otoño las especies predominantes en **cobertura aérea** son *Agave atrovirens* (AA) por encima de *Opuntia rastrera* (OR). *Agave scabra* (AS) y *Prosopis glandulosa* (PG) sobreviven pero con cobertura muy baja (Fig. 18).

Para la variable de **crecimiento** en esta estación del año tenemos como especies predominantes a *Agave atrovirens* (AA) y a *Opuntia rastrera* (OR) (Fig. 19), esto se da

porque dichas especies aprovechan mejor la humedad del suelo. *Agave scabra* (AS) y *Prosopis glandulosa* (PG) siguen siendo las dos especies con menor crecimiento.

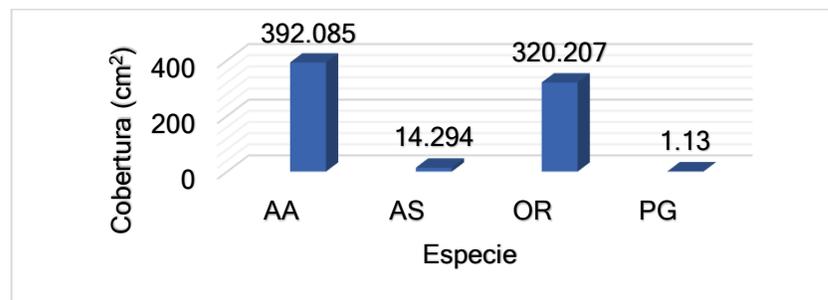


Figura 18. Medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

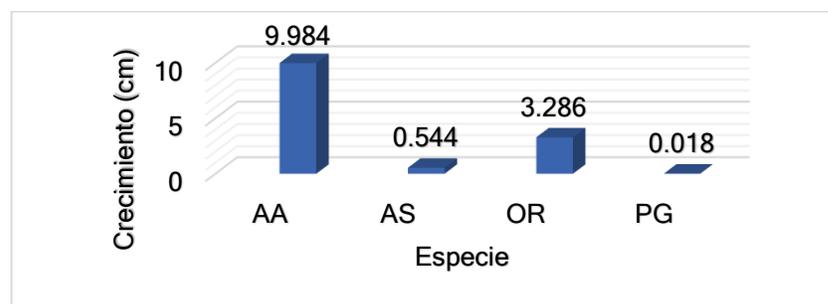


Figura 19. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

### Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año

Sólo en esta estación del año se analizó la **fitomasa aérea** de las especies sobrevivientes, expresada en gramos, dando el resultado siguiente: las especies con el valor más alto fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). De las cuatro especies sobrevivientes en este año para esta investigación, como ya se había visto en las gráficas anteriores, los mejores resultados son para *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) (Fig. 20).

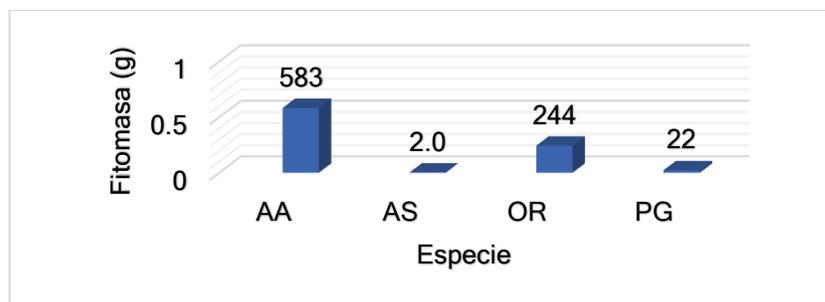


Figura 20. Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies, para la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

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

En la Tabla 1 se observa que la orientación SE en la estación de primavera mostró mejores resultados en la comparación de medias para **cobertura aérea** (cm<sup>2</sup>), aunque también en la misma orientación, pero en la estación de verano, los resultados son favorables. En términos generales, la cobertura aérea mejor se registró en el verano, seguida del otoño.

La Tabla 2 muestra resultados favorables en la orientación NE en la estación de otoño para la comparación de medias de **crecimiento** (cm), sin embargo la estación de verano también tiene un buen resultado, seguida del invierno. Las medias generales de mayor crecimiento se observaron en otoño, seguidas del verano.

La Tabla 3 registra que en la comparación de medias de **cobertura aérea** (cm<sup>2</sup>) las mejores especies fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) en las estaciones de otoño y verano, respectivamente, seguidas de *Agave scabra* (AS) en verano. Para *Prosopis glandulosa* (PG) la mejor estación fue el verano con muy escasa cobertura. Hablando en general, las coberturas aéreas mayores ocurrieron en verano y otoño, en este orden.

En la Tabla 4 se presenta la comparación de medias para **crecimiento** (cm), en la que se observa que *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) fueron las especies mejores en las estaciones de otoño y verano, respectivamente; para *Agave scabra* (AS) la mejor estación del año fue el verano y *Prosopis glandulosa* (PG) mostró mejor crecimiento en verano. Las estaciones del año con mejor crecimiento fueron otoño y verano.

Tabla 1. Comparación de medias de cobertura aérea ( $\text{cm}^2$ ) 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	76.712	120.656	81.119	67.465	19.850	73.160
Primavera	82.780	211.225	27.377	55.064	16.185	78.526
Verano	128.479	166.959	117.810	86.711	26.423	105.276
Otoño	128.154	162.892	121.950	84.458	22.343	103.959
$\bar{x}$	104.031	165.433	87.064	73.425	21.200	

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	2.621	1.958	1.111	1.655	0.824	1.633
Primavera	1.468	1.504	0.217	0.508	0.158	0.771
Verano	2.887	2.350	1.188	1.992	0.762	1.838
Otoño	2.984	2.554	1.492	1.918	0.930	1.976
$\bar{x}$	2.490	2.092	1.002	1.518	0.669	

Tabla 3. Comparación de medias de cobertura aérea ( $\text{cm}^2$ ) de cada especie y el testigo, en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	AA	PG	OR	AS	$\bar{x}$
Invierno	291.755	0.599	205.736	14.034	128.031
Primavera	270.329	0.653	266.255	12.449	137.421
Verano	375.122	1.507	344.570	15.734	184.233
Otoño	392.085	1.130	320.207	14.294	181.929
$\bar{x}$	332.323	1.319	284.192	14.128	

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	OR	AS	$\bar{x}$
Invierno	7.932	0.012	3.030	0.466	4.843
Primavera	2.014	0.014	3.204	0.168	1.350
Verano	8.634	0.160	3.450	0.610	3.214
Otoño	9.984	0.018	3.286	0.544	3.458
$\bar{x}$	7.141	0.051	3.245	0.447	

## **Efecto del Abono Sobre la Supervivencia de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.**

### **Estación de Invierno: 16 de Marzo de 2010**

Para la variable de supervivencia (Fig. 21) se evaluaron las especies con y sin abono identificando cuál tuvo mejor efecto, la especie que presentó mejor aprovechamiento fue *Agave scabra* (AS) con 12 por ciento más las plantas que recibieron abono; le sigue *Agave atrovirens* (AA) con 1.45 veces más que la misma especie sin abono, seguido de *Opuntia rastrera* (OR) con 1.33 veces. En el caso de *Prosopis glandulosa* (PG) el abono no tiene efecto, ya que los arbustos que sobrevivieron fueron establecidos sin abono.

### **Estación de Primavera: 17 de Mayo de 2010**

Para esta estación del año el efecto del abono es similar que en invierno, *Agave scabra* (AS) es el que tiene un efecto mejor al abono con 12 veces más que la misma especie sin abono, *Agave atrovirens* tiene efecto al abono con 1.45 veces más que la misma especie sin abono. *Opuntia rastrera* con abono es mayor en 1.33 veces a las plantas de la misma especie que no se les aplicó y *Prosopis glandulosa* (PG) registra un comportamiento diferente, ya que los arbustos sobrevivientes se establecieron sin abono (Figura 22).

### **Estación de Verano: 26 de Agosto de 2010**

En esta época del año la especie predominante sigue siendo *Agave scabra* (AS) con el mismo porcentaje que en invierno y primavera; le sigue *Agave atrovirens* (AA) 1.6 veces mayor con respecto a la que no tiene abono (Fig. 23), en seguida se encuentra *Opuntia rastrera* (OR) con 1.33 veces mayor a la misma especie sin abono, mientras que *Prosopis glandulosa* (PG) no muestra cambios a las estaciones de invierno y primavera.

### **Estación de Otoño: 08 de Noviembre de 2010**

Nuevamente *Agave scabra* (AS) es la especie con mejor respuesta al abono, sólo que en esta estación del año es ocho veces mejor respecto a las que no se abonaron; *Agave atrovirens* es 1.6 veces mejor en las especies con abono a las no abonadas, mientras que las demás especies se mantienen sin diferencias con respecto a las estaciones de invierno, primavera y verano (Figura 24).

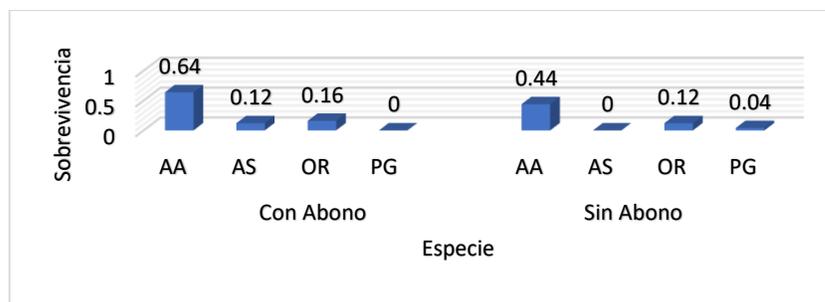


Figura 21. Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

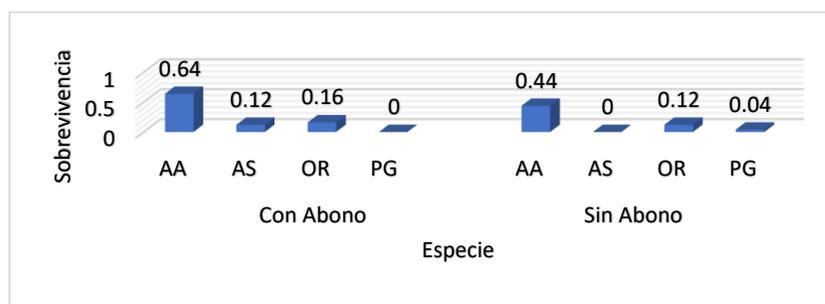


Figura 22. Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

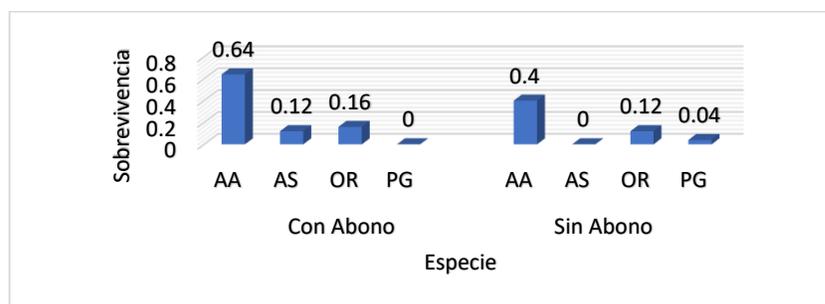


Figura 23. Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de verano (26 de agosto de 2010).

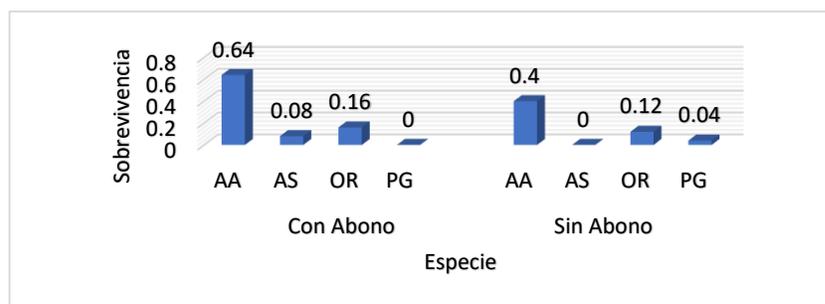


Figura 24. Comparación de medias para la sobrevivencia de arbustos, con y sin abono, para cada una de las especies, en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

### Estadística Comparativa

Como se puede apreciar en la Tabla 5 correspondiente a la estación de invierno, se encontraron valores significativos ( $P \leq 0.05$ ) para la orientación NE en la variable cobertura aérea con respecto al testigo. Los datos de la orientación SE con ambas variables, cobertura y crecimiento, estadísticamente no son significativos, pero del punto de vista ecológico son importantes ya que superan al testigo 6.07 y 7.52 veces, respectivamente. Estos resultados son favorables para el experimento ya que todos los factores ambientales que pudieron intervenir en él no son controlados de ninguna manera.

Tabla 5. Comparación de medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) y crecimiento (cm), en la estación de invierno (16 de marzo de 2010)

Variable	Orientación	n	$\bar{x}$	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NE	70	76.712	215.351	0.04704	*
Testigo	T	70	19.850	99.926		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NE	70	2.621	6.472	0.05106	P.E
Testigo	T	70	0.824	4.059		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SE	70	120.656	526.340	0.11772	N.S
Testigo	T	70	19.850	99.926		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SE	70	6.197	6.197	0.20238	N.S
Testigo	T	70	0.824	4.059		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SO	70	81.119	466.288	0.28427	N.S
Testigo	T	70	19.850	99.926		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SO	70	4.511	4.511	0.69283	N.S
Testigo	T	70	0.824	4.059		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NO	70	67.465	213.768	0.09362	P.E
Testigo	T	70	19.850	99.926		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NO	70	1.655	4.693	0.26427	N.S
Testigo	T	70	0.824	4.059		

NS = no significativa

\* = significativa ( $P \leq 0.05$ )

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

PE = probabilidad encontrada

En la estación de primavera se observó que las variables cobertura aérea y crecimiento son significativas ( $P \leq 0.05$ ) únicamente para la orientación NE. Los resultados de la orientación SE en las variables cobertura aérea y crecimiento estadísticamente no son importantes, pero de manera ecológica si lo son, ya que superan al testigo 13.05 y 9.51 veces, en el mismo orden. Hubo probabilidad encontrada en la orientación NO para la cobertura aérea y crecimiento (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) y crecimiento (cm), en la estación de primavera (17 de mayo de 2010)

Variable	Orientación	n	$\bar{x}$	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NE	70	82.780	229.543	0.02375	*
Testigo	T	70	16.185	81.807		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NE	70	1.468	4.874	0.02753	*
Testigo	T	70	0.158	0.671		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SE	70	211.225	966.362	0.09471	P.E
Testigo	T	70	16.185	81.807		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SE	70	1.504	5.929	0.06131	P.E
Testigo	T	70	0.158	0.671		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SO	70	27.377	131.377	0.54630	N.S
Testigo	T	70	16.185	81.807		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SO	70	0.217	0.959	0.67633	N.S
Testigo	T	70	0.158	0.671		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NO	70	55.064	172.297	0.09036	P.E
Testigo	T	70	16.185	81.807		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NO	70	0.508	1.305	0.05432	P.E
Testigo	T	70	0.158	0.671		

NS = no significativa

\* = significativa ( $P \leq 0.05$ )

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

PE = probabilidad encontrada

En la estación de verano (Tabla 7) la orientación que presentó significancia estadística ( $P \leq 0.05$ ) es la NE, indicada ésta como la mejor orientación para establecer las especies diferentes del experimento, ya que en esta orientación la planta cuenta con más sombra a lo largo del día, por lo tanto la humedad captada por la planta nodriza es mejor

aprovechada por la planta que se encuentra bajo su dosel. La cobertura de la orientación SE estadísticamente no es importante, pero del punto de vista ecológico si lo es ya que supera al testigo 6.32 veces marcando esta como una buena orientación para el establecimiento de platas debajo de la nodriza.

Tabla 7. Comparación de medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) y crecimiento (cm), en la estación de verano (26 de agosto de 2010).

Variable	Orientación	n	$\bar{x}$	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NE	70	128.479	380.499	0.03673	*
Testigo	T	70	26.423	138.179		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NE	70	2.887	7.258	0.02814	*
Testigo	T	70	0.762	3.388		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SE	70	166.959	799.548	0.14958	N.S
Testigo	T	70	26.423	138.179		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SE	70	2.350	6.960	0.08873	P.E
Testigo	T	70	0.762	3.388		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SO	70	117.810	747.514	0.31627	N.S
Testigo	T	70	26.423	138.179		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SO	70	1.188	5.272	0.57075	N.S
Testigo	T	70	0.762	3.388		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NO	70	86.711	270.538	0.09910	P.E
Testigo	T	70	26.423	138.179		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NO	70	1.992	5.252	0.10198	N.S
Testigo	T	70	0.762	3.388		

NS = no significativa

\* = significativa ( $P \leq 0.05$ )

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

PE = probabilidad encontrada

En la estación de otoño las orientaciones que mostraron significancia fueron la NE y la NO. La NE registró significancia en las variables cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea, mientras que la orientación NO sólo la mostró para la variable fitomasa aérea. Se encontró que en la orientación NE, la cobertura aérea, el crecimiento y la fitomasa aérea, aún cuando no existe significancia estadística, es importante ecológicamente hablando ya

que sus medias fueron 7.29, 2.75 y 4.41 mayores que el testigo (T), respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de medias para cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g), en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

Variable	Orientación	n	$\bar{x}$	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NE	70	128.154	368.825	0.02314	*
Testigo	T	70	22.343	111.990		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NE	70	2.984	7.575	0.04962	*
Testigo	T	70	0.930	4.233		
<b>Fitomasa (g)</b>						
Tratamiento	NE	70	143.000	0.419	0.04565	*
Testigo	T	70	32.000	0.190		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SE	70	162.892	729.248	0.11327	N.S
Testigo	T	70	22.343	111.999		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SE	70	2.554	7.706	0.12448	N.S
Testigo	T	70	0.930	4.233		
<b>Fitomasa (g)</b>						
Tratamiento	SE	70	141.000	0.601	0.15138	N.S
Testigo	T	70	32.000	0.190		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	SO	70	121.950	753.435	0.27583	N.S
Testigo	T	70	22.343	111.999		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	SO	70	1.492	6.177	0.53050	N.S
Testigo	T	70	0.930	4.233		
<b>Fitomasa (g)</b>						
Tratamiento	SO	70	133.000	0.614	0.19077	N.S
Testigo	T	70	32.000	0.190		
<b>Cobertura (cm<sup>2</sup>)</b>						
Tratamiento	NO	70	84.458	281.206	0.08824	P.E
Testigo	T	70	22.343	111.999		
<b>Crecimiento (cm)</b>						
Tratamiento	NO	70	1.918	5.591	0.24026	N.S
Testigo	T	70	0.930	4.233		
<b>Fitomasa (g)</b>						
Tratamiento	NO	70	158.000	0.483	0.04415	*
Testigo	T	70	32.000	0.190		

NS = no significativa

\* = significativa (P≤0.05)

\*\* = altamente significativa (P≤0.01)

PE = probabilidad encontrada

### Sobrevivencia

En la Tabla 9 Se presentan los resultados de las siete especies, de las cuales sólo tres muestran sobrevivencia en la orientación NE. El porcentaje total de las plantas establecidas para esta orientación es de 15.71 por ciento, mientras que no lograron establecerse el 84.29 por ciento. Las especies sobrevivientes en la orientación NE fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR).

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

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	6	4	10
PG	0	10	10
AS	1	9	10
OR	4	6	10
Total	11	59	70

Los resultados de la Tabla 10 demuestran que en la orientación SE se establecieron ocho individuos correspondientes al 11.43 por ciento del total de individuos del experimento para esta orientación, mientras que los no establecidos fueron 62 representando el 88.57 por ciento; las especies que mostraron sobrevivencia fueron *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) para esta orientación.

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

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	5	5	10
PG	0	10	10
AS	1	9	10
OR	2	8	10
Total	8	62	70

La Tabla 11 indica que para la orientación SO la sobrevivencia fue muy baja, en ésta el total de individuos sobrevivientes fue de cuatro, representando el 5.71 por ciento,

mientras el 94.29 por ciento no se estableció. En esta orientación sólo sobreviven *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR).

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

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	3	7	10
PG	0	10	10
AS	0	10	10
OR	1	9	10
Total	4	66	70

Los resultados para la orientación NO (Tabla 12) fueron los siguientes: el número de plantas establecidas es de nueve, lo que representa el 12.86 por ciento del total de arbustos plantados en esta orientación, mientras que el 87.14 por ciento no logró sobrevivir. Las especies sobrevivientes son *Agave atrovirens* (AA) y cabe mencionar que es la única orientación donde se encontró a *Prosopis glandulosa* (PG).

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

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	8	2	10
PG	1	9	10
AS	0	10	10
OR	0	10	10
Total	9	61	70

De los resultados obtenidos para el testigo (Tabla 13) se encuentra que la única especie sobreviviente es el *Agave atrovirens* (AA) con cuatro plantas establecidas y estas representan 5.71 por ciento de las especies plantadas, por lo tanto las especies no establecidas representan el 94.29 por ciento.

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

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
AC	0	10	10
AN	0	10	10
ASA	0	10	10
AA	4	6	10
PG	0	10	10
AS	0	10	10
OR	0	10	10
TOTAL	4	66	70

### Estadística Correlacional

#### Correlación de Variables.

De las correlaciones que existen dentro del estudio (Tabla 14) se encuentran muy pocas altamente significativas, para la variable **sobrevivencia**, que es la primera a analizar, se encuentra que son significativas, el diámetro menor con 85%, el crecimiento con 83% y el diámetro mayor 79%. Se estima que con una mayor sobrevivencia en las especies tendríamos mejores resultados, ya que se incrementaría el número de plantas establecidas.

En la variable **cobertura aérea**, se observa que tuvo una correlación significativa en las variables de diámetro mayor con 91% y diámetro menor con 83%.

La variable **crecimiento** se encuentra en relación significativa con diámetro menor y diámetro mayor con 90% y 89.9% respectivamente.

La **fitomasa aérea**, corresponde a los datos tomados en otoño, tiene baja asociación con diámetro mayor y diámetro menor.

Tabla 14. Correlación entre las variables en estudio.

	Sobrevivencia	Cobertura Aérea	Crecimiento	Fitomasa Aérea	Abono	D. Mayor	D. Menor
Sobrevivencia	1	0.557879	0.837074	0.355274	0.071803	0.796358	0.858839
Cobertura aérea		1	0.754183	0.489159	0.094533	0.910939	0.830375
Crecimiento			1	0.504518	0.089721	0.899113	0.905847
Fitomasa aérea				1	0.042148	0.492872	0.469585
Abono					1	0.091687	0.102338
Diámetro mayor						1	0.919315
Diámetro menor							1

( $P \leq 0.15$ )

## Estadística Integral

### Análisis de Factores

De acuerdo al análisis de factores calculado en el programa estadístico NCSS 11, en la Tabla 15 se observa que la variable más importante para el factor 1 es el diámetro mayor, además se encontró que las variables diámetro menor, crecimiento y cobertura aérea también son importantes para dicho factor. Del factor 2 se observa que la variable cobertura aérea es la más importante, seguida de la sobrevivencia, siendo no significativas las demás variables. En el factor 3, fitomasa aérea y crecimiento son predominantes ya que las demás variables son inferiores. Para el último factor, el 4, se señala que los diámetros mayor y menor son las variables con valores superiores al resto. En general, se puede decir que la cobertura aérea y los diámetros mayor y menor son los más importantes.

*Tabla 15. Análisis de factores para el año 2010.*

<b>Variab</b> les	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
Sobrevivencia	-0.398810	0.665942	0.254190	0.129490
Cobertura aérea	-0.412568	-0.667789	0.280062	-0.106907
Crecimiento	-0.441112	0.180667	-0.577164	0.045366
Fitomasa aérea	-0.238485	-0.200313	-0.657280	-0.065853
Abono	-0.045371	-0.023995	0.060977	-0.184099
Diámetro mayor	-0.459121	-0.156823	0.205626	0.675039
Diámetro menor	-0.454348	0.112448	0.214051	-0.689810

$P \leq 0.15$

## V. DISCUSIÓN

### Cobertura Aérea

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, para la estación de otoño, que es la última del año, se observó que para *Prosopis glandulosa* (PG) los resultados difieren de los de López (2008) y León *et al.* (2008), Paz (2009) y León *et al.* (2009) y; Ramos (2011) y León *et al.* (2011 b) debido a que las medias de sus estudios fueron de 2.63, 2.94 y 2.26 cm<sup>2</sup>, respectivamente, sin embargo, se asemejan a los de Cruz (2009) y León *et al.* (2011 a) quienes obtuvieron media de 1.09 cm<sup>2</sup> y en este estudio es de 1.13 cm<sup>2</sup> para dicha especie. Coello (2015) y León *et al.* (2015) obtuvieron media de 24.14 cm<sup>2</sup>, muy superior a todos los estudios antes citados.

López (2008) y León *et al.* (2008) encontraron que las especies con mayor cobertura aérea fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Agave scabra* (AS) con medias de 198.51 cm<sup>2</sup> y 93.77 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Paz (2009) y León *et al.* (2009); Ramos (2011) y León *et al.* (2011 b) establecen que las especies con mayor cobertura aérea son *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Cruz (2009) y León *et al.* (2011 a) citan que las especies con mejor cobertura aérea son *Opuntia rastrera* (OR) seguida por *Agave atrovirens* (AA) con 72.2 cm<sup>2</sup> y 25.06 cm<sup>2</sup>, respectivamente; coincidiendo con Coello (2015) y León *et al.* (2015) en cuanto a las mismas especies con valores de 905.62 cm<sup>2</sup> y 754.04 cm<sup>2</sup>. Ramos (2011), Paz (2009) y el presente estudio, tienen el mismo orden en las medias de cobertura aérea de las especies, siendo para *Agave atrovirens* (AA) 1245.57 cm<sup>2</sup>, 163.87 cm<sup>2</sup>, 392.085 cm<sup>2</sup>, respectivamente, mientras que para *Opuntia rastrera* (OR) las medias son de 463.02 cm<sup>2</sup>, 57.05 cm<sup>2</sup> y 320.207 cm<sup>2</sup> en el mismo orden. De lo anterior se deduce que para *Agave atrovirens* (AA), los resultados de este trabajo son superiores a los de López (2008), Paz (2009) y Cruz (2009), pero inferiores a los de Ramos (2011) y Coello (2015), mientras que para *Opuntia rastrera* (OR) fueron superiores a los de Paz (2009) y Cruz (2009) e, inferiores a los de Coello (2015) y Ramos (2011).

### Crecimiento

Los resultados que se encontraron en este estudio para *Agave atrovirens* (AA), tuvieron una media de 9.984 cm, similares a los de López (2008) y Cruz (2009) quienes registraron medias de 8.57 y 13.05 cm, respectivamente; con Paz (2009) la media queda muy debajo

de los demás estudios pues fue de 5.34 cm; Coello (2015) obtuvo 23.18 y Ramos (2011) se eleva hasta los 37.64 cm. Para el caso de *Opuntia rastrera* (OR) las medias son similares en los cuatro estudios, pero López (2008) presenta una media mayor a los demás, siendo ésta de 4.9 cm y; Coello (2015) mostró un valor muy superior de 23.72 cm. Paz (2009), Cruz (2009) y Ramos (2011) encontraron medias de 3.96, 3.09 y 3.13 cm, respectivamente y para este estudio fue de 3.286 cm, muy parecidas a estos últimos tres autores.

### **Fitomasa Aérea**

López (2008) registra que los mejores resultados son de las especies *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), al igual que Paz (2009), Cruz (2009) y Ramos (2011), quienes encontraron para *Agave atrovirens* (AA) medias de 52.5, 53.2, 100.91 y 513.15 g, respectivamente y en este estudio se tuvo una media de 583 g. Coello (2015) cita a las mismas especies pero en orden invertido, para *Agave atrovirens* el valor fue de 929.6 g. *Opuntia rastrera* registró medias de 31.97, 47.78, 84.2, 194.47 y 1293.6 g para cada autor, respectivamente y para este trabajo la media fue de 244 g. Los valores de este trabajo son superiores en ambas especies, cuando se comparan a los resultados de los primeros cuatro autores consultados, a excepción de Coello (2015) cuyos valores son superiores a los nuestros, en ambas especies.

### **Sobrevivencia**

López (2008), Paz (2009) y Cruz (2009) reportan a *Agave atrovirens* (AA) y a *Agave scabra* (AS) como las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia; López (2008) encontró un 90 por ciento de sobrevivencia en *Agave atrovirens* (AA) y cita que la mejor orientación es la SE; Paz (2009) encontró 72 por ciento y Cruz (2009) 70 por ciento para la misma especie en la orientación NE, mientras que para *Agave scabra* (AS) los resultados fueron 65 por ciento, 10 por ciento y 22 por ciento, respectivamente. Ramos (2011) coincide con la presente investigación reportando como las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia a *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) en la orientación NE, con 54 por ciento y 14 por ciento, respectivamente y en este trabajo la orientación con más sobrevivencia fue la NE, con 15.71 por ciento y las especies mejores fueron *Agave atrovirens* (AA) con 60 por ciento y *Opuntia rastrera* (OR) con 40 por

ciento en la misma orientación. Para Altunar (2013) y León *et al.* (2013) las especies mejores fueron *Agave scabra* (AS) y *Agave atrovirens* (AA) con 98 y 96 por ciento, respectivamente; Coello (2015) cita también a la NE como la orientación mejor con 42.85 por ciento, con *Agave atrovirens* (AA), *Agave scabra* (AS) y *Opuntia rastrera* (OR) con 100, 80 y 80 por ciento de sobrevivencia, respectivamente, valores muy superiores a los de este estudio.

### **Abono**

De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de abono, Paz (2009) cita que las especies que reaccionaron mejor a la aplicación de éste fueron *Agave scabra* (AS) y *Agave atrovirens* (AA) con cuatro y 1.25 veces más comparadas con las mismas plantas sin abono; Cruz (2009) sólo hace referencia a *Agave atrovirens* (AA) con 1.36 veces más que la misma especie sin abono; Altunar (2013) y Coello (2015) citan que la mejor especie aprovechando el abono es *Prosopis glandulosa* (PG) ya que fue cuatro y cinco veces mejor que las plantas de la misma especie a las que no se les aplicó, respectivamente. Para este estudio las mejores especies aprovechando el abono son *Agave scabra* (AS) con 12 por ciento, seguida de *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR) con 1.6 y 1.33 por ciento, respectivamente, mientras que para *Prosopis glandulosa* (PG) el efecto del abono no fue favorable. Los resultados de este estudio con respecto a *Agave scabra* (AS) son muy superiores a los de los autores consultados y en *Agave atrovirens* (AA) ligeramente superiores a los reportados por Paz (2009) y Cruz (2009).

### **Orientación Geográfica**

En cuanto a la evaluación de arbustos establecidos a lo largo del año por cada orientación geográfica, López (2008) y León *et al.* (2008); Altunar (2013) y León *et al.* (2013) mencionan como mejor orientación a la SE con 24 y 35 arbustos establecidos respectivamente, de un total de 70, mientras que para Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) citan que la mejor orientación para la sobrevivencia de arbustos es la NE con 15, 16 y 12 respectivamente, coincidiendo con este estudio ya que en la misma orientación se encontraron 11 individuos vivos, difiriendo a lo que encontraron López (2008), León *et al.* (2008), Altunar (2013) y León *et al.* (2013).

Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) citan como segunda mejor orientación a la SE mientras que para López (2008), León *et al.* (2008), Altunar (2013) y León *et al.* (2013) es la NE, difiriendo nuestros resultados ya que la orientación NO fue la segunda mejor con nueve individuos y la SE sólo con ocho individuos vivos.

## VI. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y de las hipótesis planteadas en esta investigación, se concluye lo siguiente:

- La utilización de *Larrea tridentata* como nodriza tiene efecto positivo al establecer plantas bajo su dosel, ya que favorece la sobrevivencia de arbustos plantados. La mejor orientación fue la NE y las especies que presentaron mayor sobrevivencia fue *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada ya que este resultado es superior al testigo.
  
- En términos generales, para crecimiento (cm), la orientación geográfica que tuvo mejores resultados fue la NE y las especies más favorecidas fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). El otoño fue la estación que registró mayor crecimiento, seguida del verano y las especies mejores en esta estación también fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Tanto las orientaciones, especies como estaciones, fueron superiores al testigo, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.
  
- La cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) se ve influenciada por la orientación y, de manera general, la orientación SE registró los valores más altos, seguida de la NE y las especies mejores fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), mientras que la estación que registró más cobertura aérea fue el verano, seguida del otoño y las especies sobresalientes fueron *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Se acepta la hipótesis planteada puesto que las orientaciones, especies y estaciones fueron superiores al testigo.
  
- Para fitomasa aérea (g) se observó que las orientaciones con mejores resultados fueron la NO y la NE comparadas con el testigo. De igual manera las especies sobresalientes son *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Por lo tanto la hipótesis se acepta.

- Las orientaciones que tuvieron mejor sobrevivencia fueron la NE y la NO y las mejores especies *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR), pero cabe mencionar que todos los tratamientos utilizados (NE, SE, SO, NO) superaron al testigo. Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.
  
- El efecto del abono de borrego es positivo en la rehabilitación, ya que los porcentajes de sobrevivencia de arbustos es mayor cuando reciben el tratamiento en contraste a los que no. Las especies que reaccionaron mejor al abono fueron *Agave scabra* (AS), *Agave atrovirens* (AA) y *Opuntia rastrera* (OR). Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.

## VII. LITERATURA CITADA

- Altunar P., J. B. 2013. Nodricismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.59
- Andrew, N. H., I. R. Noble and R. T. Lange. 1979. A non destructive method for estimating weight of forage on schrubs. *Aust. Rangeland J.* 1 (3): 225-231.
- Archer, S., J. Scifres, C.R. Bassham and R. Maggio. 1988. Autogenic succession in a sub-tropical savanna: rates, dynamics and processes in the conversion of grassland to thorn woodland. *J. Ecol. Monog.* 58:111-127.
- Celaya M., H. y A.E. Castellanos V. 2011. Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana.* 29:343-356.
- Cervantes R., M. C., 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. *Anais do X Encontro de Geógrafos de América Latina.* Universidad Sao Pablo. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México. p. 3388-3407.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1975. Agua Nueva. Carta de uso del suelo. G14 C43. Escala 1:50,000. Color: varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1976. Agua Nueva. Carta edafológica. G14 C43. Escala 1:50,000. Color: varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México.
- 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. 69 p.
- Corona F., J. y M. E. Tovar. Elementos de estadística. Aplicaciones al método experimental. Ed. Trillas. 3ed. México. p. 26-29.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1979. Tipos de vegetación de Coahuila. México. p. 152, 164, 185.
- 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
- Del Pozo, A.H., E.R. Fuentes, E. R. Hajek y J.D. Molina. 1989. Zonación microclimática por efecto de los manchones de arbustos en el matorral de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural.* 62: 85-94.

- Estrada V., A. 2006. Evaluación de mezclas de solución nutritiva (soluciones nutritivas orgánicas) en la producción de forraje verde hidropónico (x *Triticosecale* Wittmack). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 23.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Examen anual: resumen de las actividades de la organización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en <http://www.fao.org/agriculture-consumer-protection-department/es/> Consultado: 15 de junio de 2017
- Franco, A. and P. Novel. 1989. Effect of nurse plantas on the micro-habitat and growth of cacti. *Journal of Ecology*. 77:870-886.
- García, A. N., y M. del C. Mandujano. 2010. Patrón de distribución espacial y nodricismo de peyote (*Lophophora williamsii*) en Cuatrociénegas, México. *Cactáceas y Suculentas de México*. p. 36-55
- García M., E. and C.M.Mckell. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen ecology of a desert-wash plant community. *Ecology*. 51:81-88.
- Granados S., D., M.A. Hernández G., A. Vásquez, A. y P. Ruiz P. 2013. Los procesos de desertificación y las regiones áridas. *Revista Chapingo Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente*. 19: 45-66.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press. New York. 645 p. United States of America.
- Huelgas, M., P. y E. del Val de G. 2014. La historia de las plantas nodriza. Una madrastra como nunca antes la habías visto. *Revista Saber Más*. p. 10-14.
- Larrea A., D. M., R. P. López, R.P. y D. Barrientos. 2005. The nurse-plant effect of *Prosopis flexuosa* D.C. (Leguminosae- Mimosoideae) in a dry valley of the Bolivian Andes. *Etropicos* 18: 89-95. Sociedad Venezolana de Ecología.
- Lasso R., N. 2015. La facilitación como un mecanismo que incrementa la diversidad vegetal en ambientes extremos. *Revista Intrópica*. Vol. 10. 93-99.
- León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R. and G. Cruz M. 2011a. Rehabilitation of degraded ecosystems by using facilitation of *Larrea tridentata* and cattle manure to establish desert shrubs. IX International Rangeland Congress. *Diverse Rangelands for a Sustainable Society*. IX IRC2011-INTA-AAMPN. Rosario, Argentina. p. 221.
- León G., L. L. de, M. Mellado B., R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez A., J. B. Altunar P. y J. Cabrera H. 2013. Nodricismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales. IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio

- de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Memorias del Congreso. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- León G., L.L de, M. Mellado B., J.R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Duéñez 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, J. R. Reynaga V., L. Pérez R. y A. López M. 2008. Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas. Resúmenes del Tercer Congreso Internacional de Ecosistemas Secos. Santa Marta, Colombia. p. 277-278.
- León G., L. L. de, J. R. Reynaga V., L. Pérez R., F. C. Paz G. y J. Cabrera H. 2009. Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Memorias VI Simposio Internacional de Pastizales. UANL-ITESM. Monterrey, N.L.
- López M., A. 2008. Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 49.
- Moore, S. D. 2000. Estadística aplicada básica. Ed. Antoni Bosch. 2ed. New York. p. 33-35.
- Muro P., G. 2011. Asociaciones nodriza-protégida y germinación de cactáceas en Durango y Tamaulipas. Tesis. Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. p. 30-39.
- Niño C., R. 2004. Características del establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 33 p.
- Padilla, F.M. and F. I. Pugnaire. 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 4:196-202

- 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., L. 1990. Autoecología de *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt: emergencia, sobrevivencia y crecimiento en microambientes diferentes. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 53-54
- Ramírez D., A. C. 2011. Los objetos nodriza como refugio y fuente de nutrientes: Reflexiones sobre el establecimiento y restauración de cactáceas en zonas áridas de la vertiente occidental de los Andes. *Ecología Aplicada*. Vol. 10 p. 83-86. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Ramos P., A. 2011. El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.51
- Ren, H., L. Yang and N. Lui. 2008. Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. *Progress in Natural Science*. 18:137-142.
- Rubio A., F.A. 1997. Respuesta del zacate buffel a dos ambientes de suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente de Larrea. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 110-112.
- Sánchez C., M. 1997. Manejo superficial e incorporación de material orgánico al suelo. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 87-88.
- Sánchez, O. 2008. Restauración ecológica: algunos conceptos postulados y debates al inicio del siglo XXI. En: Sánchez O., E. Peters, R.M. Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (Eds.) *Temas sobre Restauración Ecológica*. SEMARNAT. p. 15-29.
- Spiegel, M. R. y L. J. Stephens. 2002. *Estadística*. Ed. Mc Graw Hill. 3ed. México. p. 314.
- Urbanka M., K., N. Webb and P. Edwards. 1997. *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge University Press. 396 p.
- Vargas L., S. 1990. La ganadería familiar y el manejo de los recursos utilizados en el ejido Agua Nueva, Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 100 p.

# APÉNDICES

Tabla A 1 Concentración de datos de cada orientación en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

Variable	Orientación	N	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	76.712	215.351	0	998.683	998.683	0	0	2.807	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	2.621	6.472	0	28.500	28.500	0	0	2.468	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	4.468	11.012	0	43.000	43.000	0	0	2.464	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	3.134	8.214	0	33.200	33.200	0	0	2.620	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	67.465	213.768	0	1121.708	1121.708	0	0	3.168	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	1.655	4.693	0	21.300	21.300	0	0	2.834	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	3.337	9.100	0	38.600	38.600	0	0	2.726	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	3.047	8.453	0	37.000	37.000	0	0	2.774	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	120.656	526.340	0	4101.767	4101.767	0	0	4.363	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	1.958	6.197	0	33.700	33.700	0	0	3.164	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	3.797	12.469	0	80.100	80.100	0	0	3.283	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	3.828	12.396	0	65.200	65.200	0	0	3.277	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	81.119	466.288	0	3769.920	3769.920	0	0	5.748	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	1.111	4.511	0	24.500	24.500	0	0	4.059	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	3.024	15.457	0	120.000	120.000	0	0	5.111	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.751	7.190	0	40.000	40.000	0	0	4.105	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	19.850	99.926	0	704.488	704.488	0	0	5.033	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	0.824	4.059	0	28.300	28.300	0	0	4.924	0	R
D. Mayor	T	70	1.147	5.097	0	30.100	30.100	0	0	4.443	0	R
D. Menor	T	70	1.057	4.799	0	29.800	29.800	0	0	4.540	0	R

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

Tabla A 2. Concentración de datos de cada orientación en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

Variable	Orientación	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	82.780	229.543	0	1143.071	1143.071	0	0	2.772	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	1.468	4.874	0	29.200	29.200	0	0	3.319	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	4.540	11.311	0	45.000	45.000	0	0	2.491	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	3.300	8.693	0	38.000	38.000	0	0	2.634	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	55.064	172.297	0	966.984	966.984	0	0	3.128	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	0.508	1.305	0	5.700	5.700	0	0	2.656	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	3.175	8.550	0	36.000	36.000	0	0	2.692	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	2.647	7.363	0	34.200	34.200	0	0	2.781	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	211.225	966.362	0	6254.690	6254.690	0	0	4.575	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	1.504	5.929	0	34.600	34.600	0	0	3.942	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	5.812	20.952	0	135.600	135.600	0	0	3.604	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	4.090	13.066	0	82.100	82.100	0	0	3.194	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	27.377	131.377	0	751.627	751.627	0	0	4.801	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	0.217	0.959	0	4.800	4.800	0	0	4.418	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	1.321	6.109	0	33.000	33.000	0	0	4.623	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.200	5.527	0	29.000	29.000	0	0	4.606	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	16.185	81.807	0	537.944	537.944	0	0	5.054	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	0.158	0.671	0	3.500	3.500	0	0	4.237	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.074	4.913	0	28.900	28.900	0	0	4.573	0	R
D. Menor (cm)	T	70	0.890	4.060	0	23.700	23.700	0	0	4.562	0	R

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

Tabla A 3. Concentración de datos de cada orientación en la estación de verano (26 de agosto de 2010).

Variable	Orientación	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	128.479	380.499	0	2199.120	2199.120	0	0	2.961	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	2.887	7.258	0	32.000	32.000	0	0	2.514	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	5.657	14.402	0	70.000	70.000	0	0	2.546	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	4.100	10.715	0	42.000	42.000	0	0	2.613	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	86.711	270.538	0	1545.667	1545.667	0	0	3.119	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	1.992	5.252	0	20.400	20.400	0	0	2.635	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	3.798	10.365	0	48.000	48.000	0	0	2.728	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	3.485	9.532	0	41.000	41.000	0	0	2.734	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	166.959	799.548	0	6408.864	6408.864	0	0	4.788	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	2.350	6.960	0	33.000	33.000	0	0	2.964	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	4.685	15.608	0	102.000	102.000	0	0	3.331	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	3.850	12.753	0	80.000	80.000	0	0	3.312	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	117.810	747.514	0	6133.974	6133.974	0	0	6.345	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	1.188	5.272	0	31.500	31.500	0	0	4.435	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	3.328	18.013	0	142.000	142.000	0	0	5.411	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.957	8.681	0	55.000	55.000	0	0	4.435	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	26.423	138.179	0	1041.440	1041.440	0	0	5.229	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	0.762	3.388	0	20.600	20.600	0	0	4.441	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.442	6.275	0	39.000	39.000	0	0	4.349	0	R
D. Menor (cm)	T	70	1.158	5.243	0	34.000	34.000	0	0	4.525	0	R

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

Tabla A 4. Concentración de datos de cada orientación en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

Variable	Orientación	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	128.154	368.825	0	1895.956	1895.956	0	0	2.887	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	2.984	7.575	0	34.000	34.000	0	0	2.538	0	R
Fitomasa (kg)	NE	70	0.143	0.419	0	1.632	1.632	0	0	2.924	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	5.642	14.709	0	71.000	71.000	0	0	2.606	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	4.042	10.631	0	39.000	39.000	0	0	2.629	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	84.458	281.206	0	1688.610	1688.610	0	0	3.329	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	1.918	5.591	0	22.300	22.300	0	0	2.914	0	R
Fitomasa (kg)	NO	70	0.158	0.483	0	2.448	2.448	0	0	3.047	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	3.485	10.314	0	50.000	50.000	0	0	2.959	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	3.285	9.479	0	43.000	43.000	0	0	2.885	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	162.892	729.248	0	5745.201	5745.201	0	0	4.476	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	2.554	7.706	0	34.000	34.000	0	0	3.017	0	R
Fitomasa (kg)	SE	70	0.141	0.601	0	4.500	4.500	0	0	4.259	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	4.728	15.440	0	95.000	95.000	0	0	3.265	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	3.985	12.618	0	77.000	77.000	0	0	3.165	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	121.950	753.435	0	6177.171	6177.171	0	0	6.178	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	1.492	6.177	0	31.500	31.500	0	0	4.138	0	R
Fitomasa (kg)	SO	70	0.133	0.614	0	4.320	4.320	0	0	4.602	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	3.771	18.794	0	143.000	143.000	0	0	4.983	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.885	8.544	0	55.000	55.000	0	0	4.530	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	22.343	111.999	0	763.408	763.408	0	0	5.012	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	0.930	4.233	0	26.000	26.000	0	0	4.551	0	R
Fitomasa (kg)	T	70	0.032	0.190	0	1.496	1.496	0	0	5.869	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.217	5.513	0	36.000	36.000	0	0	4.529	0	R
D. Menor (cm)	T	70	1.157	5.126	0	27.000	27.000	0	0	4.430	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 (16 de marzo de 2010).

Variable	Especie	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	AA	50	291.755	350.556	0	1121.708	1121.708	30.787	0	1.201	9.435	R
Crecimiento (cm)	AA	50	7.932	8.663	0	28.300	28.300	4.450	0	1.092	1.733	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	14.034	63.994	0	392.700	392.700	0	0	4.559	0	R
Crecimiento (cm)	AS	50	0.466	2.000	0	11.200	11.200	0	0	4.293	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	205.736	792.722	0	4101.767	4101.767	0	0	3.853	0	R
Crecimiento (cm)	OR	50	3.030	8.066	0	33.700	33.700	0	0	2.662	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	0.599	4.238	0	29.970	29.970	0	0	7.071	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.012	0.084	0	0.600	0.600	0	0	7.071	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 6. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

Variable	Especie	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	AA	50	270.329	336.992	0	1143.071	1143.071	12.236	0	1.246	22.042	R
Crecimiento (cm)	AA	50	2.014	2.026	0	5.700	5.700	2.000	0	1.006	0.943	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	12.449	62.430	0	416.262	416.262	0	0	5.014	0	R
Crecimiento (cm)	AS	50	0.168	0.683	0	3.500	3.500	0	0	4.068	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	266.255	1131.162	0	6254.690	6254.690	0	0	4.248	0	R
Crecimiento (cm)	OR	50	3.204	8.662	0	34.600	34.600	0	0	2.703	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	0.653	4.620	0	32.672	32.672	0	0	7.071	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.014	0.098	0	0.700	0.700	0	0	7.071	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 7. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (26 de agosto de 2010).

Variable	Especie	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	AA	50	375.122	467.782	0	1545.667	1545.667	36.756	0	1.247	10.184	R
Crecimiento (cm)	AA	50	8.634	9.325	0	27.000	27.000	6.050	0	1.080	1.387	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	15.734	74.352	0	415.633	415.633	0	0	4.725	0	R
Crecimiento (cm)	AS	50	0.610	2.480	0	12.000	12.000	0	0	4.074	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	344.570	1275.302	0	6408.864	6408.864	0	0	3.701	0	R
Crecimiento (cm)	OR	50	3.450	9.053	0	33.000	33.000	0	0	2.624	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	1.507	10.662	0	75.398	75.398	0	0	7.071	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.160	1.131	0	8.000	8.000	0	0	7.071	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 8. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (08 de noviembre de 2010).

Variable	Especie	n	$\bar{X}$	D.E.	Min.	Max.	Rango	Mediana	Moda	C.V.%	C.D.%	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 (kg)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 (kg)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	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 (kg)	ASA	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AA	50	392.085	487.461	0	1688.610	1688.610	25.525	0	1.243	15.323	R
Crecimiento (cm)	AA	50	9.984	10.902	0	33.600	33.600	5.350	0	1.091	1.828	R
Fitomasa(kg)	AA	50	0.583	0.742	0	2.448	2.448	0.020	0	1.271	28.600	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	14.294	82.948	0	571.771	571.771	0	0	5.802	0	R
Crecimiento (cm)	AS	50	0.544	2.952	0	19.600	19.600	0	0	5.427	0	R
Fitomasa (kg)	AS	50	0.002	0.013	0	0.077	0.077	0	0	5.019	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	320.207	1206.670	0	6177.171	6177.171	0	0	3.768	0	R
Crecimiento (cm)	OR	50	3.286	8.861	0	34.000	34.000	0	0	2.696	0	R
Fitomasa (kg)	OR	50	0.244	0.897	0	4.500	4.500	0	0	3.676	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	1.130	7.997	0	56.548	56.548	0	0	7.071	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	0.018	0.127	0	0.900	0.900	0	0	7.071	0	R
Fitomasa (kg)	PG	50	0.022	0.159	0	1.128	1.128	0	0	7.071	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 9. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de invierno (16 de marzo de 2010).

VARIABLES	Especie	n	$\bar{x}$	D.E.	Mínima	Máxima	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	0.64	0.489	0	1	1	1	1	0.765	0.36	R
	AS	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	OR	25	0.16	0.374	0	1	1	0	0	2.338	0	R
	PG	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
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	0.44	0.506	0	1	1	0	0	1.151	0	R
	AS	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	OR	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	PG	25	0.04	0.2	0	1	1	0	0	5.000	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 10. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de primavera (17 de mayo de 2010).

Variables	Especie	n	$\bar{X}$	D.E.	Mínima	Máxima	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	0.64	0.489	0	1	1	1	1	0.765	0.36	R
	AS	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	OR	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	PG	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
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	0.44	0.506	0	1	1	0	0	1.151	0	R
	AS	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	OR	25	0.16	0.374	0	1	1	0	0	2.338	0	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	0	0	5	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 11. Concentración de datos de cada especie, con y sin abono, en la estación de verano (26 de agosto de 2010).

VARIABLES	ESPECIE	n	$\bar{X}$	D.E.	Mínima	Máxima	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	0.64	0.489	0	1	1	1	1	0.765	0.36	R
	AS	25	0.12	0.331	0	0	1	1	0	2.763	0	R
	OR	25	0.16	0.374	0	1	1	0	0	2.338	0	R
	PG	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
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	0.40	0.5	0	1	1	0	0	1.250	0	R
	AS	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	OR	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	PG	25	0.04	0.2	0	1	1	0	0	5.000	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 (08 de noviembre de 2010).

VARIABLES	ESPECIE	n	$\bar{X}$	D.E.	Mínima	Máxima	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	0.64	0.489	0	1	1	1	1	0.765	0.36	R
	AS	25	0.08	0.276	0	1	1	0	0	3.461	0	R
	OR	25	0.16	0.374	0	1	1	0	0	2.338	0	R
	PG	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
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	0.40	0.500	0	1	1	0	0	1.250	0	R
	AS	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	OR	25	0.12	0.331	0	1	1	0	0	2.763	0	R
	PG	25	0.04	0.200	0	1	1	0	0	5.000	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)

