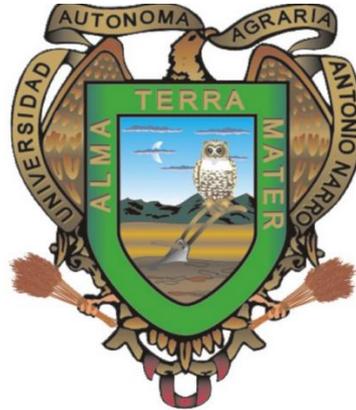


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**NODRICISMO, ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA Y ABONO COMO  
HERRAMIENTAS, EN LA RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA DE  
PASTIZALES.**

Por:

**JOSÉ BELTRÁN ALTUNAR PABLO**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México**

**Septiembre de 2013**

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

NODRICISMO, ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA Y ABONO COMO  
HERRAMIENTAS, EN LA RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA DE  
PASTIZALES.

TESIS

Por:

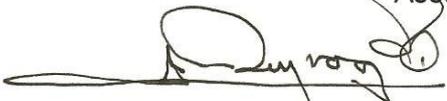
JOSÉ BELTRÁN ALTUNAR PABLO

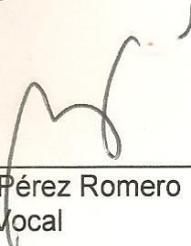
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE  
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR

  
Dr. Luis Lauro de León González  
Asesor Principal

  
Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés  
Vocal

  
M. C. Luis Pérez Romero  
Vocal

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Septiembre de 2013



## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la **Virgen de Guadalupe**, por acompañarme, guiarme, bendecirme, darme la sabiduría e inteligencia a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de mi debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias, por ser mi felicidad en la tristeza; sobre todo, por brindarme salud para seguir luchando ante los obstáculos y vencerlos, para poder culminar uno de mis anhelos en la vida.

A mi **Alma Terra Mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por cobijarme durante mi estancia y brindarme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, ya que gracias a esta universidad se me hizo posible un sueño anhelado, ser Ingeniero Agrónomo Zootecnista, BUITRE POR SIEMPRE.

A mi asesor principal, **Dr. Luis Lauro de León González**, por su comprensión, dedicación, su valioso tiempo, sus enseñanzas, por el gran apoyo brindado durante la realización y culminación de este trabajo.

Al **Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés**, por su colaboración, paciencia, comprensión y enseñanza en la realización y revisión del análisis estadístico de este trabajo.

Al **MC. Luis Pérez Romero**, por su apoyo en la revisión de literatura del presente trabajo.

A Jesús Cabrera Hernández por su gran apoyo en la toma de datos del presente trabajo, sus enseñanzas, su amistad brindada y por su motivación para poder culminar este trabajo.

A todos los profesores y al personal de la División de Ciencia Animal en especial al Departamento de Recursos Naturales Renovables que colaboró en la etapa de mi aprendizaje en el transcurso de mi carrera. A la MVZ. Raquel Olivas Salazar por sus sabios y atinados consejos en mi formación profesional y, a nuestra querida secretaria Tere Peña, por su atención, dedicación, paciencia y su apoyo en cada inscripción.

A mis compañeros de la generación CXIV de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista y de las otras carreras, en especial a mis amigos Roberto, Alonso, José (Chepe), Billihil, Adolfo, Marco A., Gabriel, Fredy, Anahí, Nayeli, Mercedes, Cumplido y Vianney con quienes compartí momentos inolvidables durante mi estancia en esta universidad. Así como a mis mejores amigos de la infancia García, Salomón, Juan Carlos, Gabriel, Héctor, también aquellos amigos que conocí aquí en la universidad, Andrés, Romeo, Javier, Magda, Florecita, Kelly, Diana.

A mis compañeros y amigos de Fútbol Soccer, así como al equipo de Tae kwon do de la UAAAN y Telpuchcalli; a mis profesores Aguilón, Vicente y Toño que me han inculcado que el deporte es parte fundamental en la vida y que mantiene el equilibrio emocional, físico y biológico, que nunca debes rendirte y siempre hay que prepararse para ganar y tener éxito en la vida.

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme dado la oportunidad de vivir esta maravillosa vida y permitido lograr una de mis tantas metas anheladas en la vida, ser Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

*A mis padres*

**Ceferino Altunar Juárez**

**Yolanda Pablo Altunar**

A ti Padre por ser un ejemplo a seguir, un hombre que lucha incansablemente para que nada nos falte, haberme inculcado que no hay imposibles en la vida y que la mejor manera de salir adelante es trabajando y preparándose constantemente, gracias por haberme heredado la educación y enseñarme a cultivar la tierra, lo cual me llevó a estudiar esta maravillosa carrera ser Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

A ti madre sabiendo que jamás existirá una forma de agradecerte una vida llena de lucha, sacrificio, esfuerzo, amor, comprensión, desvelos, cariño, paciencia y preocupación constante; sólo deseo que comprenda que el logro mío es suyo, que mi esfuerzo es inspirado en usted, gracias por darme la vida, TE AMO MAMA.

*A mis hermanos*

**José Adelfo Altunar Pablo**

**Edgar Altunar Pablo**

**Sheim Ceferino Altunar Pablo**

A ti **Adelfo** por tu gran apoyo incondicional, tus grandes consejos, cariño, comprensión y motivación, no hay palabra para agradecerte todo lo que me has regalado, gracias a tus sacrificios he podido culminar esta etapa de mi vida; a ti **Edgar** por tu apoyo incondicional, tu sacrificio, consejos y por contribuir con tu granito de arena para lograr este sueño; a ti **Sheim** gracias por tu apoyo, cariño, comprensión y alegría. Ustedes son y serán por siempre mi más grande orgullo.

*A mis cuñadas*

**Lila Altunar y Martha Sánchez**

Por su paciencia, comprensión y por haberme regalado a unos sobrinos tan hermosos y maravillosos.

*A mis Sobrinos*

**Yael, Bruno, Rusbel, Shany y Yolene**

A todos ellos por ser la alegría de mi familia, que a pesar de tenerlos lejos, siempre los llevo en mi pensamiento ya que con su inocencia, ternura y felicidad hacen que mis vacaciones sean de los más placenteros.

A ti **Elizabeth Sánchez Zacateco** gracias por el gran amor brindado, tu compañía, cariño, dedicación y por aquellos momentos inolvidables que pasé a tu lado, le agradezco a Dios el darme la oportunidad de conocerlo.

*A toda mi familia*

Hoy termina una larga jornada de sacrificios y desvelos, mi principal motivación a lo largo de todo este tiempo han sido ustedes que confiaron en mí y que me alentaron a seguir adelante. Muchas gracias por su apoyo, por ser una familia maravillosa y unida, ustedes serán siempre mi orgullo.

## MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA

El suscrito José Beltrán Altunar Pablo, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 293813 y autor de esta tesis, manifiesto que:

1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.

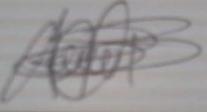
2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicados por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.

3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.

4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.

5.- Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, están circunscritos a la orientación y guía respecto a la metódica de la investigación realizada en esta tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos y, por lo tanto, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE



---

José Beltrán Altunar Pablo

Tesis de Licenciatura/UAAAN

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Palabras clave. ....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis .....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Características de las Zonas Áridas y Semiáridas. ....	8
Importancia de los Vegetales en Zonas Áridas y Semiáridas.....	8
Restauración y Conservación de Pastizales.....	9
La Importancia de las Plantas Nodrizas .....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
Descripción del Área de Estudio.....	12
Ubicación .....	12
Clima .....	13
Suelos .....	14
Vegetación.....	14
Fauna .....	15
Materiales .....	15
Nomenclatura de los Tratamientos.....	16
Metódica .....	16
Plantación .....	17
Toma de datos .....	18
Parámetros Evaluados .....	18
Establecimiento .....	19
Cobertura Aérea .....	19
Crecimiento .....	19
Efecto de abono de borrego .....	19
Fitomasa Aérea .....	20
Diseño y Análisis Estadístico.....	20
Estadística Descriptiva .....	20

Estadística Comparativa .....	21
Estadística correlacional .....	21
Estadística integral.....	21
Análisis de factores .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
Estadística Descriptiva .....	22
Efecto de la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta Nodriza .....	22
Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012 .....	22
Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012.....	23
Estación de Verano, 23 de Julio de 2012.....	25
Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012.....	26
Cobertura y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones de Año .....	28
Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012 .....	28
Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012.....	29
Estación de Verano, 23 de Julio de 2012.....	30
Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012.....	32
Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año.....	33
Efecto del Abono sobre el Establecimiento de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año .....	33
Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012 .....	33
Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012.....	34
Estación de Verano, 23 de Julio de 2012.....	35
Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012.....	35
Análisis Global de los Parámetros.....	36
Estadística Correlacional .....	37
Correlación de Variables .....	37
Estadística Comparativa .....	38
Establecimiento .....	45
Efecto del Abono de Borrego en el Establecimiento de Arbustos, por Orientación Geográfica y por Especie. ....	47
Estadística Integral.....	50
Análisis de factores .....	50
V. DISCUSIÓN.....	53
Cobertura Aérea .....	53
Crecimiento .....	54
Fitomasa Aérea .....	54

Establecimiento .....	55
Abono .....	56
Orientaciones Geográficas .....	57
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. LITERATURA CITADA .....	60
APÉNDICES .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Correlación entre las variables en estudio .....	37
Tabla 2.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y NO.....	38
Tabla 3.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y SE. ....	38
Tabla 4.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y SO.....	40
Tabla 5.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y T. ....	40
Tabla 6.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y SE.....	41
Tabla 7.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y SO.....	42
Tabla 8.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y T.....	42
Tabla 9.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SE y SO. ....	43
Tabla 10.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SE y T.....	44
Tabla 11.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm <sup>2</sup> ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SO y T. ....	44
Tabla 12.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Noreste (NE).....	45
Tabla 13.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Sureste (SE). ....	45

Tabla 14.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Suroeste (SO).....	46
Tabla 15.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Noroeste (NO). .....	46
Tabla 16.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas del testigo (T) en la estación de otoño de 2012. ....	47
Tabla 17.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, por efecto del abono de borrego en cada orientación y en el testigo. ....	48
Tabla 18.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, por efecto del abono de borrego en cada especie. ....	49
Tabla 19.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, con abono y sin abono de borrego. ....	50
Tabla 20.- Análisis de factores para todo el año 2012.....	51
Tabla A 1.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de invierno, 22 de enero de 2012. ....	66
Tabla A 2.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de primavera, 18 de abril de 2012. ....	67
Tabla A 3.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de verano, 23 de julio de 2012. ....	68
Tabla A 4.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de otoño, 22 de octubre de 2012. ....	69
Tabla A 5.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno, 22 de enero de 2012.....	70
Tabla A 6.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera, 18 de abril de 2012.....	71
Tabla A 7.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano, 23 de julio de 2012.....	72
Tabla A 8.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño, 22 de octubre de 2012.....	73
Tabla A 9.- Concentración de datos, del análisis global de los parámetros. ....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macro localización geográfica del área de estudio. ....	12
Figura 2. Micro localización del área de estudio. ....	13
Figura 3.- Planta nodriza.....	17
Figura 4.- Malla perimetral. ....	18
Figura 5.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).....	22
Figura 6.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).....	23
Figura 7.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de primavera (18 de abril de 2012). ....	24
Figura 8.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de primavera (18 de abril de 2012).....	24
Figura 9.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de verano (23 de julio de 2012). ....	25
Figura 10.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de verano (23 de julio de 2012). ....	26
Figura 11.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).....	26
Figura 12.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012). ....	27
Figura 13.- Comparación de medias para fitomasa aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).....	28
Figura 14.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de invierno (22 de enero de 2012).....	28

Figura 15.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de invierno (22 de enero de 2012). .....	29
Figura 16.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de primavera (18 de abril de 2012).....	30
Figura 17.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de primavera (18 de abril de 2012). .....	30
Figura 18.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de verano (23 de julio de 2012).....	31
Figura 19.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de verano (23 de julio de 2012).....	31
Figura 20.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012). .....	32
Figura 21.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012). .....	32
Figura 22.- Comparación de medias para fitomasa aérea de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).....	33
Figura 23.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).....	34
Figura 24.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de primavera (18 de abril de 2012).....	34
Figura 25.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de verano (23 de julio de 2012). .....	35
Figura 26.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012). .....	36
Figura 27.- Comparación de medias de los parámetros. ....	36
Figura 28.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono, en las cuatro orientaciones y en el testigo. ....	48
Figura 29.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono, por especie. ....	49

Figura 30.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono.....	50
Figura 31.- Diagrama de análisis de factores de todas las variables del año 2012. ....	52

## I. INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en biodiversidad y endemismo según Mittermeir *et al.* (1998). La FAO (2012) menciona que esta gran diversidad se distribuye en 13 grandes tipos de vegetación los cuales son: Bosque de coníferas, Bosque de encino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque cultivado, Selva perennifolia, Selva subcaducifolia, Selva caducifolia, Selva espinosa, Vegetación hidrófila, Otros tipos de vegetación, Matorral xerófilo, Pastizales y Vegetación inducida. De estos, los pastizales, según la FAO (2010), en 2002 comprendían una superficie total de 12, 379, 553 ha, mientras que en 2007 se estimó una superficie de 12, 068, 385 ha, esto quiere decir que en un período de cinco años, los pastizales han sufrido una pérdida de 311,168 ha, esto es muy alarmante para nuestro país, ya que en México, los ecosistemas áridos y semiáridos cubren más del 50 por ciento de su superficie (Toledo y Ordoñez, 1998) y están compuestos de pastizales, los cuales se están deteriorando por el sobrepastoreo, expansión agrícola, ganadería y extracción de especies útiles.

La degradación afecta el funcionamiento del ecosistema ya que altera la circulación de nutrimentos, la productividad primaria, el flujo y la retención de agua, entre otros. La degradación del suelo en los ecosistemas semiáridos, es drástica cuando se elimina la cobertura vegetal, debido a que las características ambientales como la sequía prolongada, temperatura alta, poca humedad y baja cobertura vegetal, son sistemas vulnerables para que el suelo sea sensible a la pérdida de su fertilidad y tenga baja posibilidad de restaurar su cubierta vegetal de forma natural. En una rehabilitación, el establecimiento de una arbusto y su adaptación al medio y al suelo, es muy difícil, sobre todo si este último está muy deteriorado; si observamos el ciclo de vida de una planta, la fase de la plántula es una de las etapas más críticas de su ciclo (Padilla, 2008).

La restauración implica volver un ecosistema a su estado original, en el cual se procura una semejanza al que prevalecía al momento de la degradación, con objetivos ecológicos y agronómicos (Paz, 2009).

Cuando se siembra un arbusto bajo la copa de una planta nodriza, esta última le da protección en un ambiente hostil, mientras ella crece lo suficiente para enfrentar las inclemencias del medio (Steenbergh y Lowe, 1969).

Por lo cual, en este trabajo estudiamos cómo restaurar de manera agroecológica un pastizal a base de nodricismo, orientación geográfica y abono, ver el efecto que provocan estas variables para el establecimiento de un arbusto, ya que tras la plantación los arbustos son individuos muy vulnerables que están expuestos a diversas amenazas bióticas (herbivoría, competencia, alelopatía) y abióticas (deseccación del suelo, niveles de radiación y temperatura inadecuada que limita su sobrevivencia).

**Palabras clave:** nodricismo, restauración, abono, orientación geográfica, pastizales, agroecológico.

## Objetivo general

- Determinar la influencia del nodricisismo, orientación geográfica y abono como herramientas, en la restauración agroecológica de pastizales.

## Objetivos específicos

- Evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos, en la orientación noreste (NE).
- Evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos, en la orientación sureste (SE).
- Evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos, en la orientación suroeste (SO).
- Evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos, en la orientación noroeste (NO).
- Evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de los arbustos del testigo.
- Evaluar establecimiento de arbustos con y sin abono de borrego en las orientaciones NE, SE, SO, NO y el testigo.
- Evaluar establecimiento de arbustos por especie en cada orientación, al final de año.
- Evaluar cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos por especie, al final del año.

## Hipótesis

Ha. Al evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos en la orientación noreste (NE), serán menores en comparación con el testigo.

Ha. Al evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos en la orientación sureste (SE), serán menores en comparación con el testigo.

Ha. Al evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos en la orientación suroeste (SO), serán menores en comparación con el testigo.

Ha. Al evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos en la orientación noroeste (NO), serán menores en comparación con el testigo.

Ha. Al evaluar establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de los arbustos del testigo, serán menores en comparación con los de las orientaciones.

Ha. Al evaluar establecimiento de arbustos, con y sin abono de borrego en las orientaciones NE, SE, SO y NO, serán menores en comparación con el testigo.

Ha. Al evaluar establecimiento de arbustos por especie en cada orientación al final de año, serán diferentes entre ellas y con el testigo.

Ha. Al evaluar cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea de arbustos por especie al final del año, serán diferentes entre ellas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para la mejor comprensión del presente trabajo, es necesario considerar algunas definiciones de términos que serán útiles, las cuales se citan a continuación.

*Nodricismo:* Cody (1993) lo define como una técnica que radica en el establecimiento preferencial de una especie bajo la copa de los adultos de otras especies perennes (ej. arbustos). Esta técnica natural de los arbustos adultos permite crear un medio necesario para obtener humedad, nutrientes, protección contra la radiación, incrementar la concentración de nitrógeno del suelo bajo la copa de la nodriza y así el arbusto a establecer, aumente la posibilidad de su sobrevivencia.

*Establecimiento:* Es la sucesión después de la dispersión de las semillas para la colonización de nuevas áreas en que el individuo (o pocos individuos) forman raíces en el sitio y germinan reclutando nuevos individuos para su efectiva ocupación posterior (Sarmiento, 2001). Garza (1985) lo define como la adaptación de un organismo, bajo ciertas condiciones impuestas por el hábitat, para su sobrevivencia en un tiempo determinado, en la cual logre desarrollarse y cumplir su función en la naturaleza.

*Fitomasa:* Según el RISC (1983), es el total de materia orgánica de plantas (incluye las partes muertas) arriba y debajo de las superficies del suelo en un área y momento determinado.

*Fitomasa aérea en pie:* Cantidad total de plantas (incluyendo partes muertas unidas) sobre la tierra en una cierta área, siendo esta en un tiempo dado RISC (1983).

*Pastizales:* Tierras no cultivables que proporcionarán las necesidades de la vida para el apacentamiento y ramoneo de los animales. Apacentar se

refiere al consumo de forraje en pie (zacates y hierbas comestibles) por el ganado o la fauna, mientras que el ramoneo es el consumo de hojas y ramas comestibles de las plantas leñosas (árboles y arbustos) por el animal (Holechek *et al.*, 1989). Entonces los pastizales son tierras no cultivadas que proveen las necesidades de vida para el apacentamiento y el ramoneo de los animales domésticos o silvestres (Cruz, 2009); por otro lado, la SOMMAP lo define como una comunidad vegetal renovable fundamental para la producción de ganado, fauna y la conservación del suelo y agua (León, 1991), en cuanto a White *et al.* (2000), dice que el pastizal es un ecosistema terrestre dominado por vegetación herbácea y arbustiva, mantenida por el fuego, pastoreo, sequía y/o bajas temperaturas.

*Rehabilitación:* Según García (2010), se refiere a producir un ecosistema alternativo que sea consistente con ciertos usos de tierras existentes, los cuales tienen una estructura y función diferente del sistema original, tal como praderas y cultivos.

*Restauración:* García (2010), menciona que es la manipulación de los procesos naturales en cuanto a la sucesión ecológica para crear ecosistemas nativos de autorregulación, tal como existía antes de la degradación. Por otro lado, Sánchez (2001) define que la restauración se plantea considerando que se debe llegar a una vegetación estable así como permanente, en equilibrio con las condiciones del medio, que sea lo más evolucionado posible, de tal manera que presente interrelaciones adecuadas con el ecosistema, todo esto en función de su composición y estructura.

*Agroecológico:* La agroecología parte de la consideración de que la unidad de producción agrícola es un ecosistema modificado por el hombre, por lo que a esta también se le llama “Agroecosistema” (Bosque, 2008). Por ende los recursos naturales se puede entender que son todos aquellos “objetos, materiales, criaturas o fuentes energéticas de origen natural que pueden ser utilizados por el hombre” (Camp y Daugherty, 2000). En cuanto a esto, Carabias *et al.*, (1995) mencionan que el manejo de los recursos naturales incluye aspectos ambientales así como socioeconómicos. Por consiguiente,

un agrosistema sustentable o agroecológico es aquel que presenta las características siguientes (Vásquez, 2012):

- ✓ Mantiene sus recursos a base de agua, suelo, etc.
- ✓ Utiliza el mínimo de insumos externos artificiales.
- ✓ Controla las plagas y enfermedades mediante mecanismos internos de regulación.
- ✓ Es capaz de recuperarse de las perturbaciones propiciadas por las prácticas agropecuarias.
- ✓ Además, valora al conocimiento tradicional como una herramienta importante al momento de diseñar y manejar los agroecosistemas sin demeritar el conocimiento moderno científico, para demostrar que a través de una combinación entre ambos, se puede asegurar una producción direccionada a la sustentabilidad.

*Isla de fertilidad:* En las zonas áridas la plantación se debe realizar en los “sitios seguros”, uno de los cuales son las “islas de fertilidad” que generan las plantas que ya están establecidas, es decir, que bajo la copa arbustiva de una planta, sus hojas así como ramas caen alrededor de la corona de raíz/tallo, en la cual la acumulación de fragmentos de plántulas y partículas finas del suelo, contribuyen considerablemente en la materia orgánica del mismo, ya que la acumulación de hojarasca adicional de hierbas y zacates anuales creciendo bajo la protección de arbustos, contribuyen también a la materia orgánica de la superficie y consecuentemente propicia al aumento del refuerzo de nitrógeno del suelo, mayor captación de agua, menor evaporación y desarrollo del ciclo de nutrimentos, siendo entonces así como se originan las “islas de fertilidad” denominadas por García y Mckell (1970).

Zonas áridas: La Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) la definió como las áreas cuya precipitación pluvial es menor de 350 mm anuales, con una errática distribución de las lluvias; la temperatura media anual oscila entre 15 y 25 °C y tiene de 8 a 12 meses de sequía. Su cubierta vegetal es menor de 70 por ciento y está dominada por especies xerofíticas. Así mismo, al definir las zonas semiáridas, especifica el siguiente criterio: son áreas cuya

precipitación pluvial varía de 350-600 mm anuales, con temperatura media anual que varía entre 18 y 25 °C con la presencia de sequía de seis a ocho meses y con una cubierta vegetal mayor del 70 por ciento, en la cual dominan principalmente los matorrales y pastizales (Jaramillo, 1994).

### Características de las Zonas Áridas y Semiáridas.

Las zonas áridas de México se distribuyen en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, Puebla y Oaxaca, con una superficie mayor a los seis millones de hectáreas, donde las características de este tipo de ecosistema son la falta de lluvia, calor sofocante por la falta de humedad, los suelos se calientan extremadamente, las condiciones edáficas no permiten la retención del agua, por ejemplo en los suelos de mucha pendiente, así como en suelos erosionados, por lo cual su aprovechamiento por las especies vegetales es limitado. Esta comunidad posee una flora característica donde dominan zacates, especies suculentas (ej. nopal, cactus), yuca, gobernadora, lechuguilla, saguaro, hojasén, entre otras; en las zonas áridas no sólo se encuentra un ecosistema, hay muchos pequeños sistemas que permiten el desarrollo de numerosas especies, las cuales por lo general presentan espinas como los cactus, nopales o algunos arbustos, estas les permiten defenderse del ramoneo de los animales; otras especies presentan hojas pequeñas, carecen de ellas o crecen de forma vertical, por lo cual la exposición hacia el sol es mínima y reducen la pérdida de agua por la transpiración. Por lo general, las especies áridas son de color claro ya que los follajes oscuros absorben más calor (Maldonado, 1991).

### Importancia de los Vegetales en Zonas Áridas y Semiáridas

La importancia de las plantas en este tipo de comunidad es que la mayoría de ellas pueden ser aprovechadas por el hombre para obtener productos y de acuerdo a su uso se clasifican en plantas industriales, forrajeras, medicinales y ornamentales, por ello, son de gran importancia para los

habitantes de las zonas áridas y semiáridas, así como fuente de alimento para la ganadería y la fauna silvestre, hábitat de innumerables especies de fauna silvestre y en buen estado protegen al suelo de la erosión (Cervantes, 2005).

### Restauración y Conservación de Pastizales

Según Andrade *et al.* (2009), la rehabilitación de pastizales a base de las prácticas culturales, benefician las condiciones del suelo, ya que fomentan su conservación, la infiltración de agua y la aireación, entre otras. En su estudio, aplican maquinaria como arados de subsuelo y rodillo aireador en la cual tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la descompactación en las propiedades físicas del suelo con el uso del rodillo aireador y producción de forraje en praderas de zacate buffel común, utilizaron el método de la descompactación y compactación del suelo, analizaron el establecimiento y cobertura aérea del zacate buffel. Los mejores resultados fueron el suelo descompactado, ya que permitió mejor infiltración del agua y establecimiento de las gramíneas.

La Unión Ganadera Regional de Jalisco (UGRJ, 2013), menciona que las zonas áridas y semiáridas, en las que prevalecen los pastizales nativos, se localizan predios que por efecto del sobrepastoreo muestran deterioro considerable, con pérdida parcial de la cubierta vegetal y progresiva del suelo, y que para su rehabilitación la resiembra de pastizales es una de las prácticas más importantes de mejoramiento, la cual consiste en el establecimiento de la vegetación por medio de la dispersión de semillas de plantas forrajeras, que presenten adecuación a las condiciones climáticas y edáficas específicas del problema, ésta práctica se debe llevar a cabo cuando se presente una reducción severa del potencial forrajero de un área, esto es, cuando la cobertura vegetal y la composición de especies deseables (de buen valor forrajero) desciendan drásticamente y/o cuando exista el riesgo de erosión del suelo.

## La Importancia de las Plantas Nodrizas

En las zonas áridas de México y Estados Unidos el establecimiento de las cactáceas y numerosas especies de plantas, ha sido relacionado con la presencia de arbustos, por lo cual se ha propuesto una interacción de facilitación arbusto-suelo (Drezner y Garrity, 2003), donde el arbusto actúa como “planta nodriza” ya que genera un micro-sitio óptimo para su protegido (cactus) propiciando sombra y por lo tanto disminución de las altas radiaciones, materia orgánica, nutrimentos derivados de la descomposición de hojarasca provenientes de arbustos, disponibilidad de agua que es mantenida debajo de la planta nodriza al arbustos plantado debajo de su copa, pero, en una reciente revisión de estudios realizados en diferentes zonas áridas y semiáridas del mundo, Maestre *et al.* (2005) encontraron que bajo condiciones de estrés ambiental las interacciones de competencia son más importantes, la escasez de recursos limitantes (principalmente el agua) determina que las plantas nodriza compitan por estos con las plantas protegidas, fenómeno que en algunas partes del mundo se ha denominado “sombra seca” (Valladares *et al.*, 2004).

Por otra parte, Molina (2012) en el proyecto “Evaluación del Efecto Nodriza” como estrategia para promover el establecimiento y desempeño de plantas endémicas en la región de Coquimbo, define que el concepto de la planta nodriza, significa que hay alguna especie que transforma las condiciones micro climáticas, generando micro-sitios un poco más beneficiosos para las plantas. Por lo cual, las especies que crecen asociadas a las nodrizas les va mejor que cuando crecen solas.

Las especies arbustivas son una de las principales constituyentes de las formaciones xerofíticas de alto valor ecológico en zonas áridas y semiáridas. Se caracterizan por la gran resistencia a la erosión y desecación por las adaptaciones que poseen, esto provoca que el micro-sitio que se genera debajo de su dosel, sea más benigno que el de los espacios abiertos.

Castro *et al.* (2002) analizaron experimentalmente la utilidad de arbustos como plantas nodrizas para la forestación de dos coníferas nativas, *Pinus sylvestris* L. (pino silvestre) y *Pinus nigra* Arnold (pino negro), donde plántulas de dos años de edad, fueron plantadas en cuatro microhábitats:

1 -. Intersticios abiertos sin vegetación (que es el método habitual utilizado en los programas de forestación).

2 -. Bajo los individuos de *Salvia lavandulifolia*

3 -. Bajo el norte de arbustos espinosos

4 -. Bajo el sur de arbustos espinosos

Encontraron que la supervivencia del pino fue notablemente mayor cuando se plantaron bajo los individuos del arbusto *S. lavandulifolia* (54.8 por ciento para el pino silvestre, el 81.9 por ciento para el pino negro) en comparación con las zonas abiertas (21.5 por ciento para el pino silvestre, el 56.8 por ciento para el pino negro, chi cuadrada,  $P < 0,05$ ). La supervivencia de los dos pinos también fue mayor cuando se plantaron en el lado norte de arbustos espinosos, aunque la supervivencia en el lado sur fue similar a la encontrada en zonas abiertas. Además, el crecimiento de pino no disminuye cuando se plantan en asociación con arbustos. Este patrón parece ser el resultado de la combinación de condiciones abióticas impuestas por la presencia de un arbusto nodriza, que conduce a mejorar el estado del agua para las plántulas y por lo tanto reduce la mortalidad por la sequía. Los resultados exponen que el uso de arbustos como plantas nodriza es una técnica que ofrece ventajas económicas y ecológicas, en términos de ahorro en mano de obra y material de la planta y; reduce el impacto sobre la vegetación pre-existente.

Padilla y Pugnaire (2006), citan que las plantas nodrizas mejoran el establecimiento de plántulas en algunos sistemas, a demás que pueden tener un potencial para su uso en proyectos de restauración. Ecólogos de restauración y los ganaderos deben tomar en cuenta los efectos de facilitación, no sólo el papel de la especie nodriza es la clave en la restauración de las características y funciones del sistema original de un pastizal (Bruno *et al.*, 2003), sino también porque se establezca la facilitación para guiar la sucesión en muchos hábitats, particularmente en sitios perturbados (Walker y del Moral, 2003).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Descripción del Área de Estudio

##### Ubicación

La investigación se inició en el año 2011 con la plantación de los arbustos y en este trabajo se presentan los datos obtenidos en el año de 2012; el estudio se realizó en el Rancho Los Ángeles, municipio de Saltillo, Coahuila, México, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se accede a él por la carretera federal número 54, tramo Saltillo-Zacatecas; de Saltillo se dirige al sur y a 34 km existe un señalamiento que indica, Campo Experimental Rancho Los Ángeles (Valdez, 1986), hacia el poniente hay un entronque que comunica al Rancho, mismo que se ubica a 14 km. Este trabajo se efectuó en el potrero 11, ubicado de  $25^{\circ} 08' 47.50''$  a  $25^{\circ} 09' 00.85''$  de latitud norte y de  $101^{\circ} 04' 35.84''$  a  $101^{\circ} 04' 55.45''$  longitud oeste, con una altitud de 2080 msnm (Google Earth, 2013) (Fig. 1 y 2).

#### Macro localización

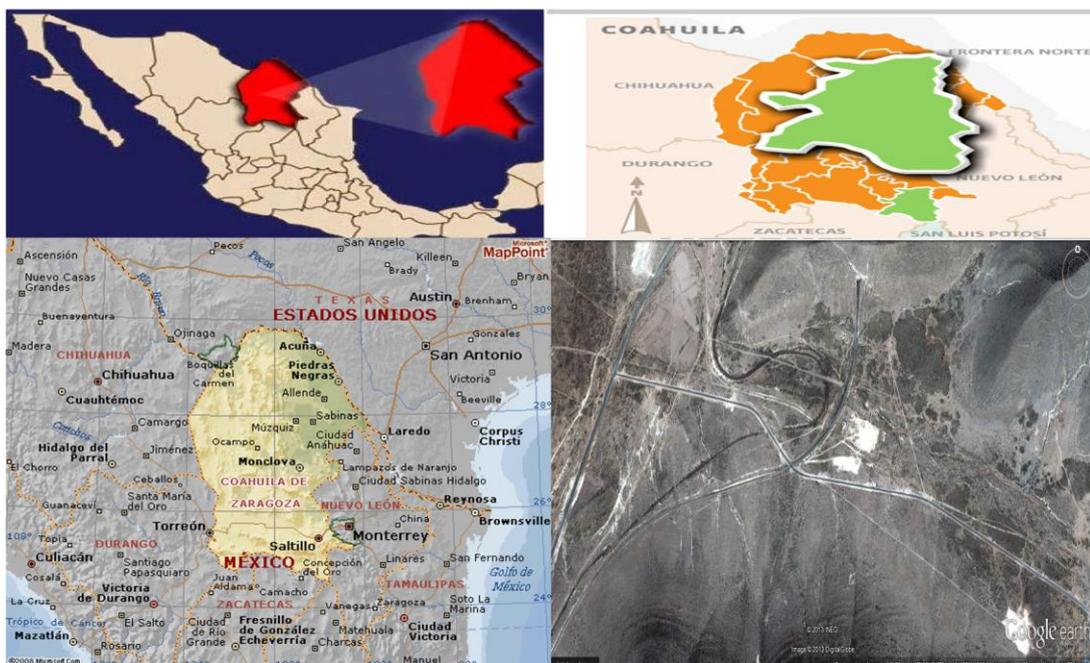


Figura 1. Macro localización geográfica del área de estudio.

## Micro localización

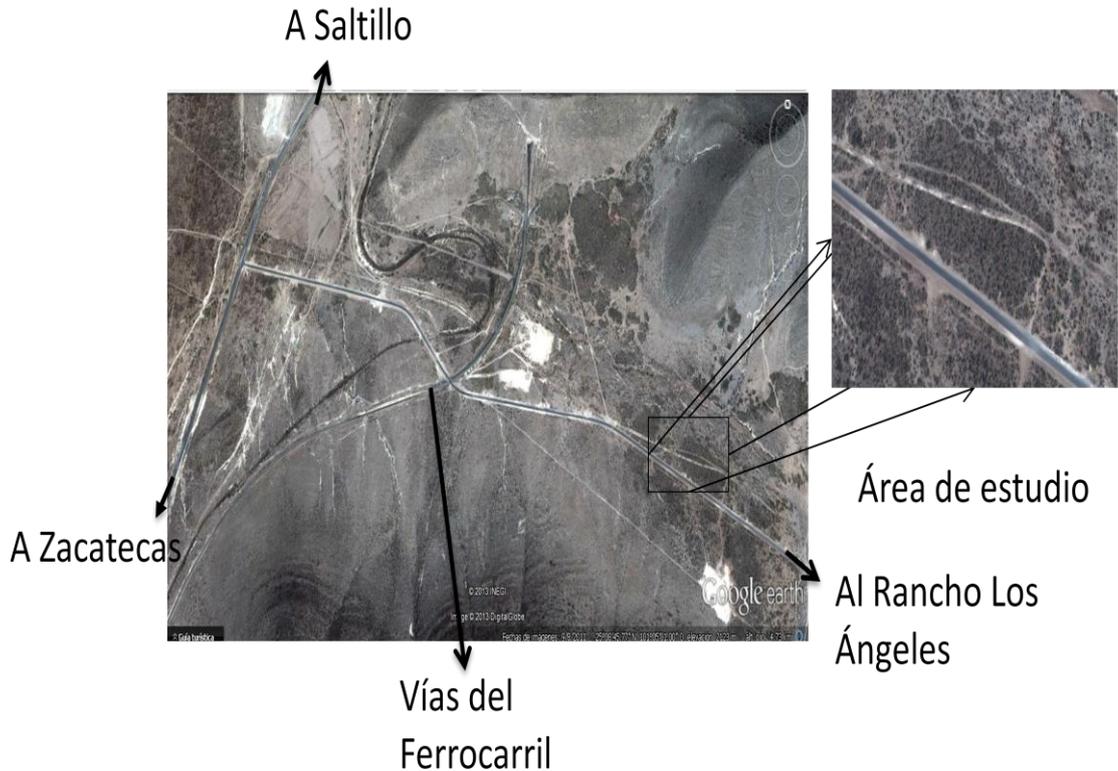


Figura 2. Micro localización del área de estudio.

### Clima

Vásquez *et al.* (1989) mencionan que la formula climática correspondiente al Rancho Los Ángeles, según la clasificación de Köeppen, modificada por García (1964), es: BSo KW". En donde BSo: es un subtipo de los BS que se caracteriza por ser de los más secos de este tipo, con un cociente de precipitación (mm)/temperatura (°C) mayor de 22.9. Los BS son climas secos en los que la vegetación más abundante consiste en asociaciones de cactáceas y matorrales espinosos e inermes. K: significa clima templado con un verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la del mes más frio entre -3 y 18 °C y la del más caliente mayor de 18°C. W": esta indica la existencia de dos temporadas de lluvias durante el año: siendo la primera en la época de verano (mayo a octubre) que representa el 86.7 por ciento del total anual, la segunda se presenta en invierno (noviembre - abril) y

generalmente aparece con lluvias ligeras y rocío, alcanzando alrededor de 13.3 por ciento de la precipitación total. La precipitación pluvial promedio anual en este rancho en los años de 1984 a 1989, fue de 299 mm (Vásquez *et al.*, 1989) la cual se distribuye principalmente en los meses de mayo a septiembre.

### Suelos

Los predominantes en el Rancho Los Ángeles son los denominados Sierozem, Chesnut y Chernozem, de origen aluvial, coluvial e *in-situ*, con profundidad de somera (0 a 25 cm) a profunda (más de 50 cm). Su textura es de franco-arcillosa a franco-arenosa; la estructura granular, blocoso-subangular y laminar; de color gris, café y rojo, en seco y en húmedo. El drenaje interno es de bueno a regular, siendo frecuente la aparición de calizas o roca madre en su mayor profundidad. La consistencia es de suave a ligeramente dura, con pedregosidad que varía de 0 – 35 por ciento y rocosidad de 0 – 50 por ciento. La reacción es ligeramente ácida o alcalina, con un pH de 6.8 a 9.2 (López, 1989).

### Vegetación

La vegetación está integrada por 12 tipos, los que se citan a continuación (Pérez, 2012).

- 1.- Bosque Aciculifolio de Pino Piñonero (*Pinus cembroides*)
- 2.- Bosque Rosetófilo de Palma Samandoca (*Yucca carnerosana*) (ahora *Yucca faxoniana*)
- 3.- Matorral Cilindrocaule Espinoso de Coyonoxtle (o Coyonoztle) (*Cylindropuntia imbricata*)
- 4.- Matorral Esclerófilo de Charrasquillo (*Quercus intricata*)
- 5.- Matorral Esclerófilo de Encinillo (*Quercus pringlei*)
- 6.- Matorral Parvifolio Inerme de Hojasén (*Flourensia cernua*)
- 7.- Matorral Rosetófilo de Lechugilla (*Agave lechuguilla*)

8.- Matorral Rosetófilo de Sotol (*Dasyilirion palmeri*)

9.- Pastizal Amacollado de Zacate Tres Barbas Perenne (*Aristida curvifolia*)

10.- Pastizal Mediano Abierto de Zacate Aparejo (*Muhlenbergia repens*) con perrito llanero.

11.- Pastizal Mediano Abierto de Zacate Aparejo (*Muhlenbergia repens*) sin perrito llanero.

12.- Pastizal Mediano Abierto de Zacate Banderita Premier (*Bouteloua curtipendula* var. *premier*).

### Fauna

La fauna de este rancho es muy diversa pues se encuentran especies silvestres como: perritos llaneros, liebres, víboras de cascabel, conejos, coyotes, codornices, palomas, ratas, águilas, lagartijas, entre otras (Cruz, 2009).

### Materiales

El presente trabajo es una investigación que se inició en el año de 2011, momento en el cual se determinó la planta nodriza, siendo esta el hojásén (*Flourensia cernua*) y las siete especies arbustivas que se plantaron y evaluaron bajo su dosel son: costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*), maguey áspero (*Agave scabra*), maguey manso (*Agave atrovirens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), salmiana (*Agave salmiana*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), cuya descripción se puede consultar en el trabajo de López (2008).

Materiales utilizados en la toma de datos en el campo y en el laboratorio:

- Libreta
- Lápiz
- Calculadora
- Cinta métrica
- Vernier

- Bolsas de papel
- Balanza analítica
- Cámara fotográfica

### Nomenclatura de los Tratamientos

Para su identificación, a los tratamientos se le asignó la nomenclatura siguiente:

T1= Noreste (NE)

T2= Sureste (SE)

T3= Suroeste (SO)

T4= Noroeste (NO)

T = Testigo

Para la mejor comprensión e identificación de las especies, se les asignó la nomenclatura siguiente:

AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

ASA = *Agave salmiana* (maguey salmiana)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

### Metódica

En primer lugar, se determinó la especie nodriza la cual, bajo su dosel, se utilizó para la plantación de los arbustos (Fig. 3). Para ello, se utilizó el método de Punto Central de Cuadrante, resultando ser el hojásen (*Flourensia cernua*) las especie de mayor densidad. Posteriormente, se procedió a plantar las siete especies de arbustos que fueron puestos bajo

estudio. Estas siete especies se plantaron en uno de los cuatro diferentes puntos cardinales: noreste, sureste, suroeste y noroeste (NE, SE, SO y NO) bajo el dosel de la especie nodriza (hojasén) en líneas las cuales contenían 10 individuos por especie.



Figura 3.- Planta nodriza

### Plantación

La plantación de los arbustos se realizó en el mes de octubre de 2011. Se establecieron 280 plantas en 28 líneas, cada línea contenía 10 plantas nodriza y bajo su dosel se plantaron individuos de una misma especie y en el mismo punto cardinal. Además, se estableció el testigo el cual consistió en plantar diez arbustos de cada especie en siete líneas, pero sin considerar a la planta nodriza, lo que representó 70 plantas más. Siendo así 350 los arbustos que en total fueron plantados.

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

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

Por último se cercó todo el perímetro del experimento con alambre de púas y con malla para roedores y lagomorfos, con altura de 40 cm esta última (Fig. 4).



Figura 4.- Malla perimetral.

#### Toma de datos

Los datos de la investigación corresponden al año 2012 y las lecturas se programaron tomando en cuenta cada estación del año. Las fechas de las lecturas de datos fueron las siguientes:

22 de enero de 2012 (invierno)

18 de abril de 2012 (primavera)

23 de julio de 2012 (verano)

22 de octubre de 2012 (otoño)

#### Parámetros Evaluados

Los parámetros que se evaluaron en las siete especies de arbustos son los siguientes: establecimiento, cobertura aérea, crecimiento, efecto de abono,

orientación geográfica y fitomasa aérea. Los primeros cinco parámetros se evaluaron en cada estación del año y la fitomasa aérea se evaluó sólo una vez, la cual fue al final del año.

### Establecimiento

Este se obtuvo contabilizando el número de plantas de arbustos, por especie, que se mantuvieron vivos durante el período del experimento (un año) después de su plantación.

### Cobertura Aérea

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

### Crecimiento

Este se determinó midiendo, con un vernier, el incremento del diámetro de los tallos y con un flexómetro se midió la altura de los arbustos plantados; en el caso de los magueyes y el nopal, se midió el incremento en longitud de la penca con cinta métrica (Niño, 2004), realizándose este parámetro en las cuatro estaciones del año.

### Efecto de abono de borrego

Este parámetro se aplicó a las primeras cinco plantas de cada línea y al resto no se le aplicó nada, siendo así la evaluación del experimento al comparar el resultado de las plantas establecidas que se les aplicó abono contra las que no se les aplicó.

## Fitomasa Aérea

Se determinó mediante la técnica Adelaida (Maywald *et al.*, 1998), la cual consiste en calcular directamente el peso de la planta al cortar y sostener una porción de la misma, posteriormente, calcular el número de veces que esa porción pudiera caber dentro de dicha planta establecida, enseguida en el laboratorio se obtiene el peso seco de la muestra y se multiplica por el número de veces que cabe dentro de la planta, obteniendo así su peso. Se debe mencionar que este parámetro sólo se determinó una vez, lo cual fue al final del año.

## Diseño y Análisis Estadístico

### Estadística Descriptiva

Para la evaluación de los parámetros utilizados en esta investigación se empleó, como herramienta, el programa Minitab 15.0 para obtener las medidas de tendencia central: media, mediana y moda (Moore, 2000), al igual se obtuvo la variabilidad: desviación estándar (Corona y Tovar, 2000) y coeficiente de variación (Ostle, 1983), para los parámetros de cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, establecimiento y fitomasa aérea de las especies plantadas. Los resultados se presentan con un análisis general de cobertura aérea y crecimiento para invierno, primavera, verano y otoño, mientras que variable fitomasa aérea, sólo se presenta en la estación de otoño. El análisis siguiente comprende la cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea por especie, para las cuatro estaciones del año, en cuanto a las fitomasa aérea se analizó únicamente en la época del otoño. El tercer análisis es una comparación de medias en las cuatro estaciones del año de acuerdo a la orientación geográfica para todas y cada una de las especies. El último análisis comprende el efecto del abono sobre el establecimiento de las especies para las cuatro estaciones del año.

## Estadística Comparativa

Se utilizó el criterio de decisión t- Student, con el que se generaron las pruebas de comparación entre tratamientos. Este criterio fue utilizado como prueba de rango múltiple para las significancias ( $= \neq \leq \geq$ ) entre tratamientos. Los resultados que se presentan en las tablas, se comparan las medias de los tratamientos con el testigo, para los parámetros de cobertura aérea ( $\text{cm}^2$ ) y crecimiento (cm) para las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño, además de que en esta última estación se añadió el parámetro de fitomasa aérea.

Para calcular los porcentajes de establecimiento de cada una de las especies, se utilizó estadística no comparativa, la cual se realizó únicamente en la estación de otoño. Los datos se encuentran para cada orientación, NE, SE, SO y NO; por último se incluye una comparación no paramétrica entre especies y establecimiento del testigo (Estrada, 2006).

## Estadística correlacional

La estadística correlacionar se efectuó a través del Minitab 15.0, se hizo una correlación lineal y con ello se observó el grado de relación entre variables, determinando qué tan bien una ecuación lineal describe o explica la relación entre variables (Spiegel y Stephens, 2002).

## Estadística integral

### Análisis de factores

Para el análisis de factores se utilizó el programa STATISTICA 8.0, el cual tiene como propósito principal integrar las variables en estudio para encontrar cuál de ellas es la más importante y que sea representativa de acuerdo a las significancia, así como la relación que presenta con las demás, con el fin de inferir el comportamiento de la población de manera general.

## IV. RESULTADOS

### Estadística Descriptiva

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

Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012

Cobertura aérea de todas las especies

La primera lectura corresponde la estación de invierno en la cual la orientación NO fue la que presentó mayor cobertura, 1.26 veces superior respecto al testigo. Enseguida tenemos que las orientaciones SO, SE y NE fueron inferiores que el testigo en 1.06, 1.78 y 4.75 veces, respectivamente (Fig. 5; Tabla A1).

Según los datos arrojados para la cobertura, la exposición NO es la más prospera en esta época del año.

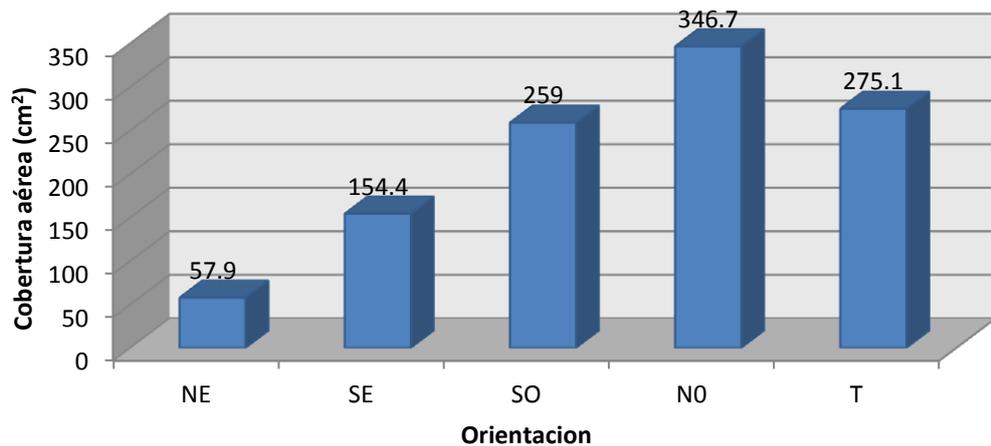


Figura 5.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).

### Crecimiento de todas las especies

De acuerdo a los datos obtenidos, se determinó que la SE es la que alcanzó mayor crecimiento en comparación al testigo con 6.28 veces más. La exposición NE superó 3.37 veces al testigo, la NO sólo alcanzó a superar 1.07 veces al testigo, mientras que la SO fue inferior al testigo en 1.19 veces (Fig. 6; Tabla A1).

Para crecimiento, las exposiciones SE y NE fueron las más propicias en esta estación.

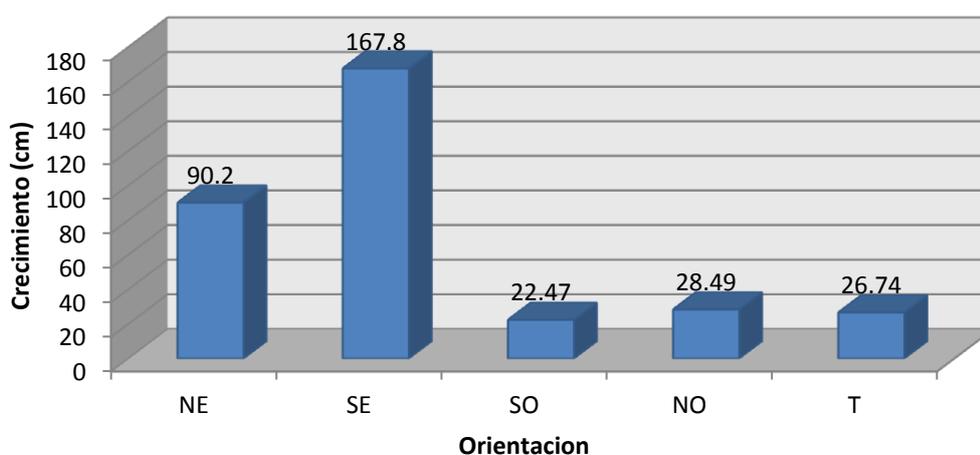


Figura 6.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).

### Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012

#### Cobertura aérea de todas las especies

Para la segunda lectura, la cual corresponde a la estación de primavera, se observó que la orientación SE alcanzó la mayor cobertura con 1.24 veces más que el testigo, enseguida la orientación NO fue 1.18 veces mayor respecto al testigo, en cuanto a la orientación NE fue 1.16 veces mayor al testigo, mientras que la orientación SO fue 1.11 inferior al testigo (Fig. 7; Tabla A2).

En esta estación se deduce que las mejores orientaciones que benefician a la cobertura aérea han sido la SE, NO y NE ya que presentan datos casi

iguales, mientras que la orientación SO fue menor en comparación del testigo, aunque fue poca la diferencia.

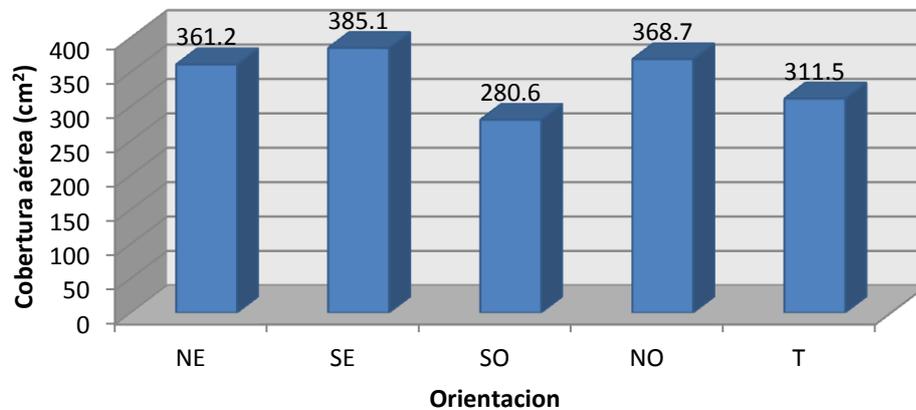


Figura 7.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de primavera (18 de abril de 2012).

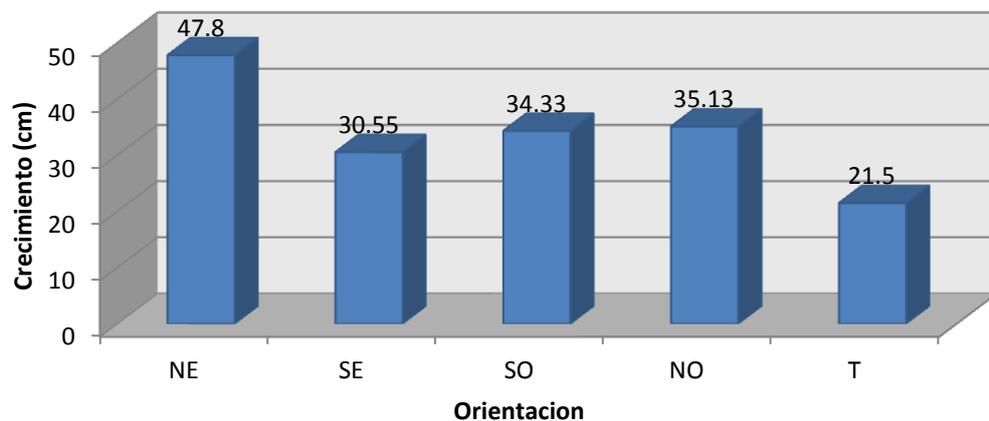


Figura 8.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de primavera (18 de abril de 2012).

#### Crecimiento de todas las especies

La orientación NE fue la que alcanzó mayor crecimiento en relación al testigo con 2.22 veces más que éste; en la orientación NO se alcanzó a superar 1.63 veces al testigo; en cuanto a la orientación SO superó 1.60 veces al testigo y por último la orientación SE fue 1.42 veces mayor al testigo. En esta estación se puede afirmar que todas las orientaciones fueron superiores al testigo (Fig. 8; Tabla A2).

Estación de Verano, 23 de Julio de 2012

#### Cobertura aérea de todas las especies

En esta estación de verano se observó que la orientación que alcanzó mayor cobertura fue la NO superando 1.15 veces al testigo, seguida de la orientación NE que fue superior 1.12 veces al testigo, mientras que las orientaciones SE y SO fueron inferiores 1.20 y 1.38 veces al testigo, respectivamente (Fig. 9; Tabla A3)

Se denota que de las cuatro orientaciones las que más sobresalen son la NO y NE en comparación con el testigo, mientras que las SE y SO no alcanzaron a superar al mismo.

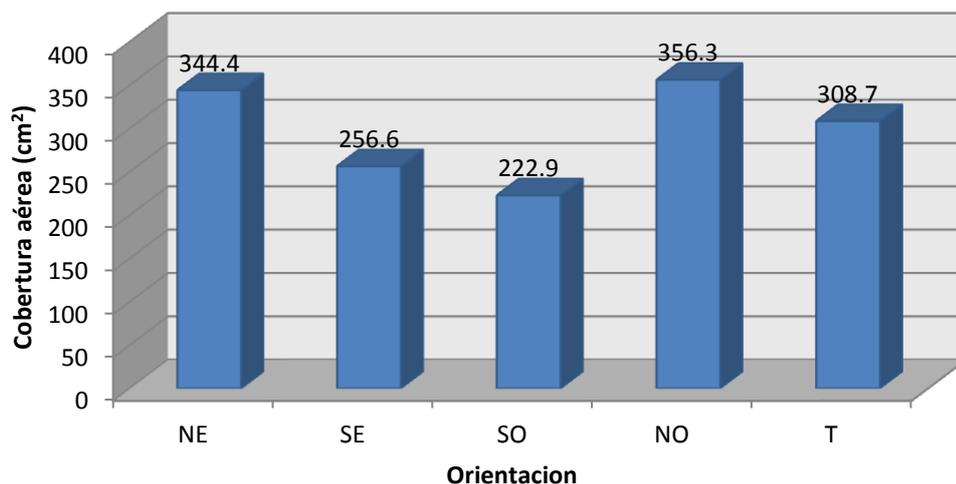


Figura 9.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de verano (23 de julio de 2012).

#### Crecimiento de todas las especies

Para esta estación, la orientación NE alcanzó un crecimiento de 1.07 veces superior al testigo, mientras que las exposiciones NO, SE y SO fueron inferiores al testigo 1.05, 1.19 y 1.26 veces, respectivamente (Fig. 10; Tabla A3). Esto muestra que la orientación NE es la más favorable para el crecimiento en esta estación.

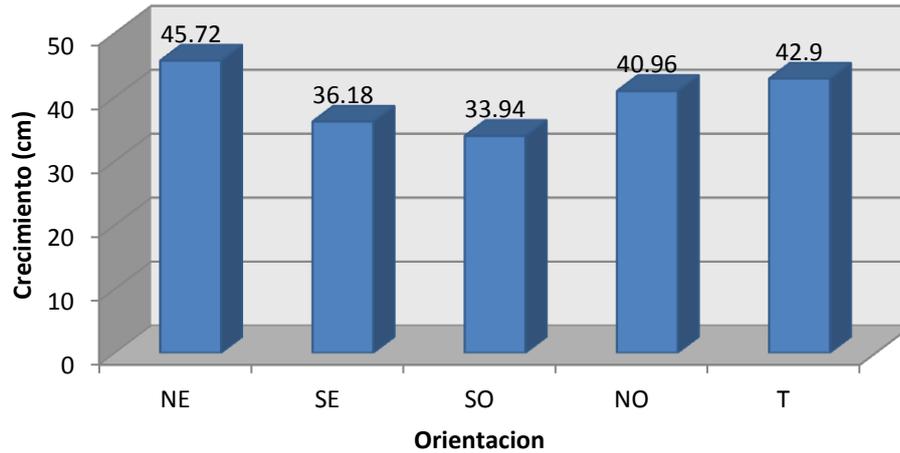


Figura 10.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de verano (23 de julio de 2012).

Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012

#### Cobertura aérea de todas las especies

En esta época del año la orientación que logró mayor cobertura fue la NE, registrando 2.01 veces más que el testigo, enseguida la exposición SE con 1.65 veces más, la exposición NO fue 1.64 veces mayor y por último, la orientación SO fue 1.44 veces superior al testigo. Según lo anterior, se observa que todas las orientaciones fueron superiores al testigo y la más beneficiada, en la cobertura aérea, es la NE en esta estación del año (Fig. 11; Tabla A4).

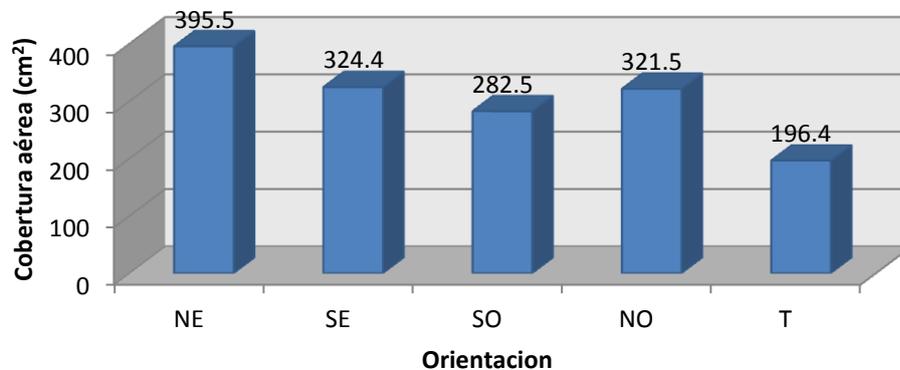


Figura 11.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

### Crecimiento de todas las especies

En la estación de otoño se observa que la orientación NE fue la única que superó al testigo ya que obtuvo mayor crecimiento que éste, pues lo superó en 1.33 veces. Respecto a las orientaciones SE, SO y NO, estas fueron inferiores en 1.07, 1.07 y 1.08, veces que el testigo, respectivamente. Esto demuestra que la orientación más beneficiada para el crecimiento de arbustos en esta estación del año fue la NE (Fig. 12; Tabla A4).

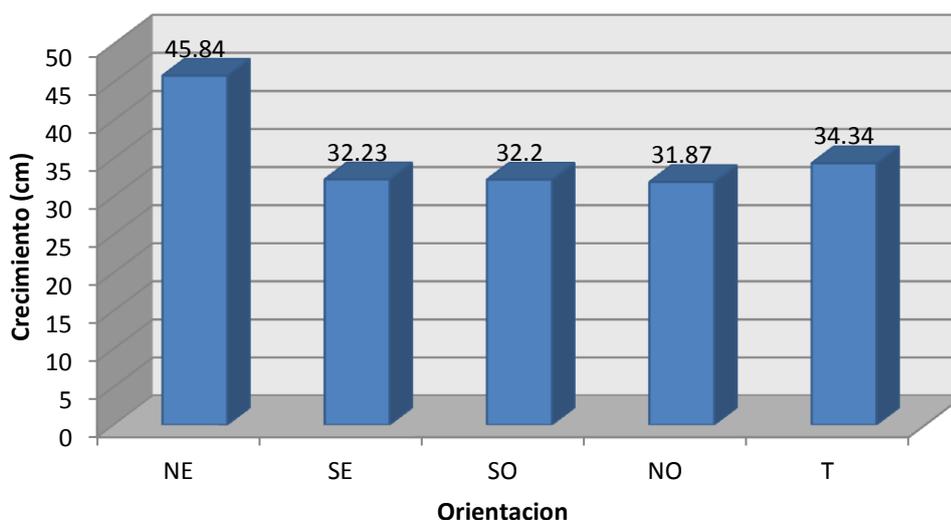


Figura 12.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

### Fitomasa aérea de todas las especies

Una vez analizadas las medias para la fitomasa aérea, se observa que la orientación SE fue mayor 3.38 veces que el testigo, la orientación SO fue superior 2.89 veces y la orientación NE 2.08 veces más que él, mientras que la NO fue inferior en 1.16 veces. Por consiguiente, se deduce que la mejor orientación es la SE para promover la fitomasa aérea en esta época del año (Fig. 13; Tabla A4).

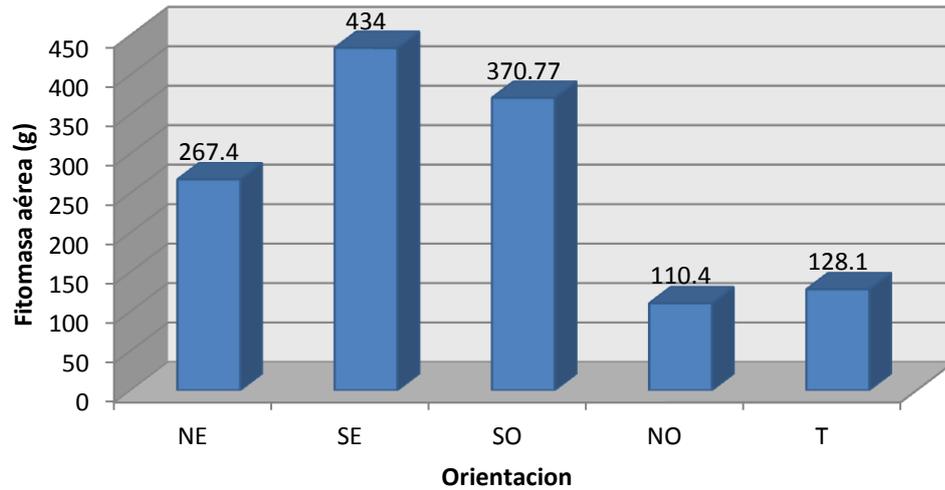


Figura 13.- Comparación de medias para fitomasa aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

#### Cobertura y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones de Año

Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012

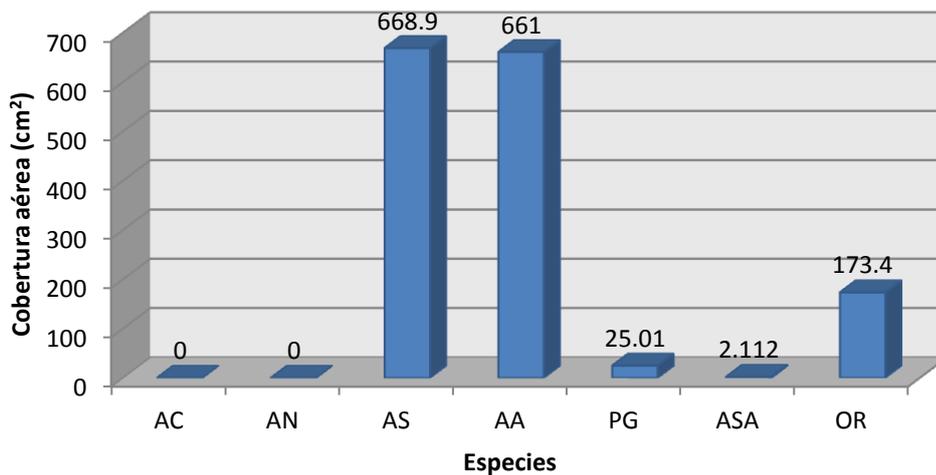


Figura 14.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de invierno (22 de enero de 2012).

Se utilizó estadística descriptiva para cada especie; en esta estación de invierno se obtuvo que las tres especies que alcanzaron mayor cobertura

aérea fueron el maguey áspero (AS), maguey manso (AA) y finalmente el nopal rastrero (OR). Las especies que alcanzaron poca cobertura fueron el mezquite (PG) y el maguey salmiana (ASA), mientras que especies como la costilla de vaca (AC) y la numularia (AN) no se lograron establecer. El maguey áspero (AS), maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR) son especies con alta resistencia a la sequía por lo cual con poca humedad se lograron establecer en esta época de año (Fig. 14; Tabla A5).

En cuanto al crecimiento, únicamente dos especies fueron las sobresalientes, el maguey manso (AA) y el maguey áspero (AS). El crecimiento fue beneficiado por la capacidad que tienen estas especies para aprovechar el poco contenido de agua almacenado en el suelo. Las especies nopal rastrero (OR), mezquite (PG) y salmiana (ASA) alcanzaron poco crecimiento (Fig.15; Tabla A5).

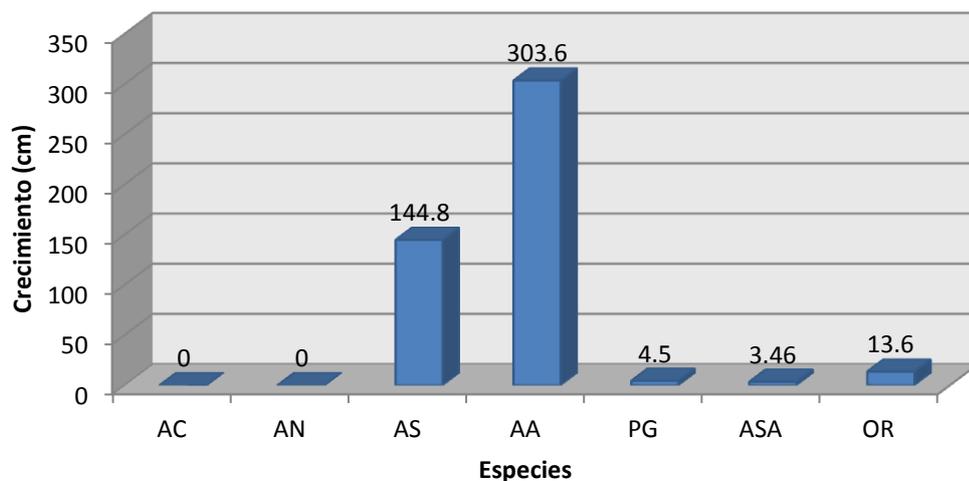


Figura 15.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de invierno (22 de enero de 2012).

Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012

En esta época de primavera, la cual comprende al segundo muestreo del año, las especies que registraron la mayor cobertura aérea fueron el maguey manso (AA), seguido del maguey áspero (AS) y por último el nopal rastrero (OR) (Fig.16; Tabla A6).

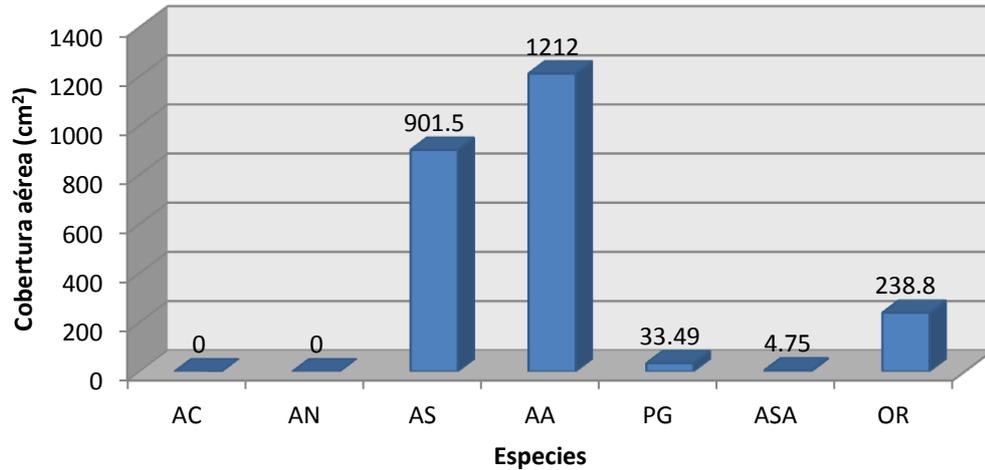


Figura 16.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de primavera (18 de abril de 2012).

En cuanto al crecimiento (Fig. 17; Tabla A6), las especies que más destacaron fueron el maguey áspero (AS), maguey manso (AA) y con una media mínima también destacó el nopal rastroso (OR), esta tendencia es continuación de la época de invierno.

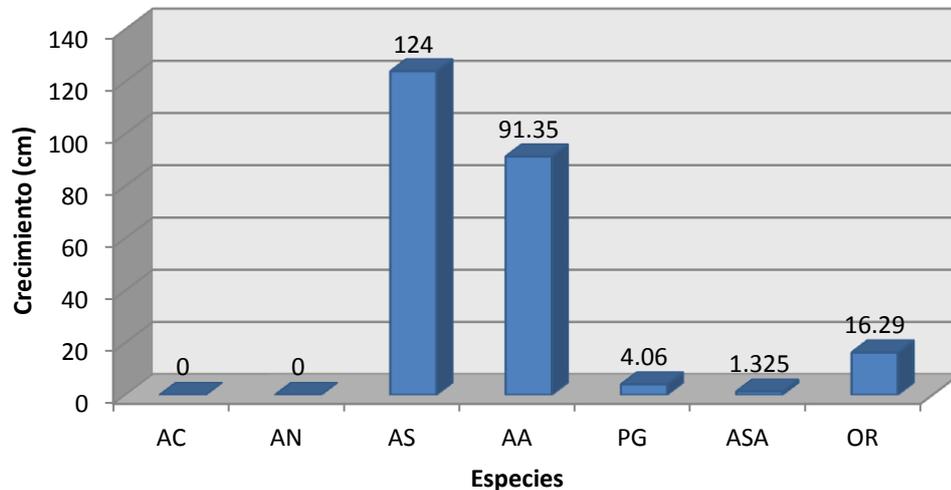


Figura 17.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de primavera (18 de abril de 2012).

Estación de Verano, 23 de Julio de 2012

La tercera estación del año, correspondiente al verano, las especies que alcanzaron mayor cobertura aérea corresponden al maguey manso (AA)

seguido del maguey áspero (AS) y con una media mínima, el nopal rastrero (OR) (Fig.18; Tabla A7), muy semejante a la estación de primavera.

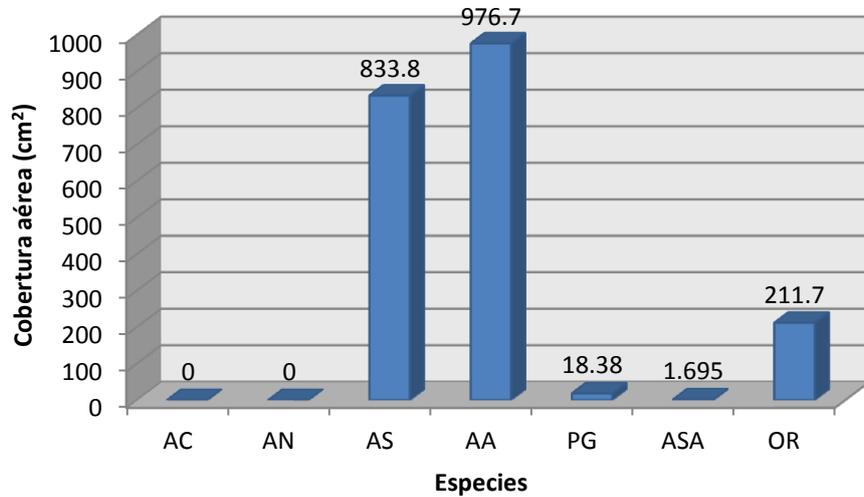


Figura 18.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de verano (23 de julio de 2012).

En la variable crecimiento (Fig. 19: Tabla A7), el maguey manso (AA) y el maguey áspero (AS) fueron las especies sobresalientes, así como el nopal rastrero (OR) con una mínima tendencia, pues desde la estación de invierno, fueron las mejores.

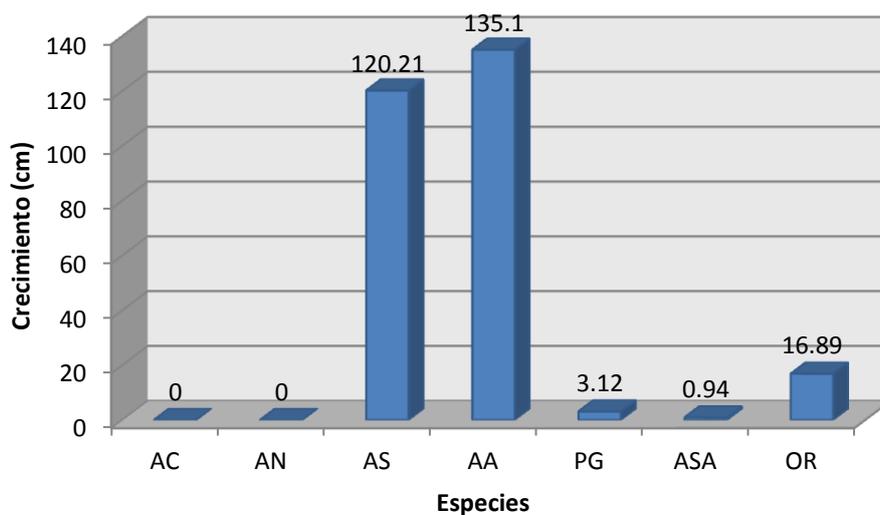


Figura 19.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de verano (23 de julio de 2012).

Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012

En la época de otoño, la última del año, las especies con que alcanzaron mejor cobertura aérea fueron el maguey manso (AA) y el maguey áspero (AS); mientras que el nopal rastrero (OR) alcanzó una media mínima, superando al resto de las especies (Fig. 20; Tabla A8). Esta tendencia se presentó desde la estación de primavera, pasando por la de verano.

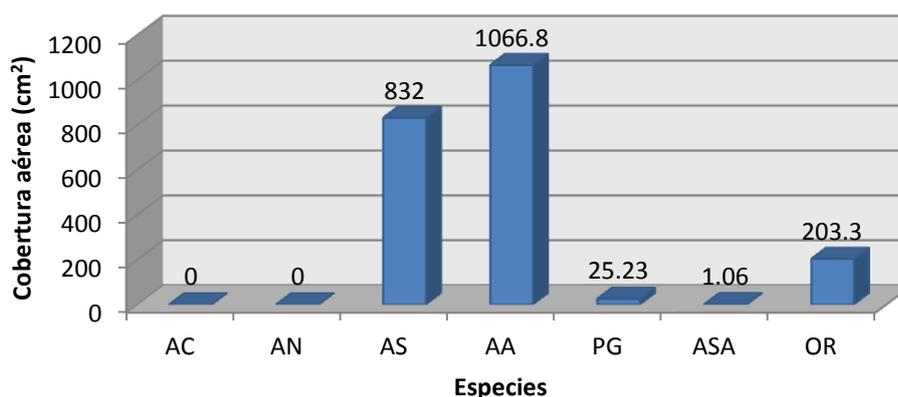


Figura 20.- Comparación de medias para cobertura aérea de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

En esta estación de otoño, el mejor crecimiento fue para las especies de maguey manso (AA), maguey áspero (AS) y como tercera especie destacada fue el nopal rastrero (OR) (Fig. 21; Tabla A8). Las especies que se mencionaron anteriormente, son las que también alcanzaron mayor cobertura aérea en las estaciones anteriores.

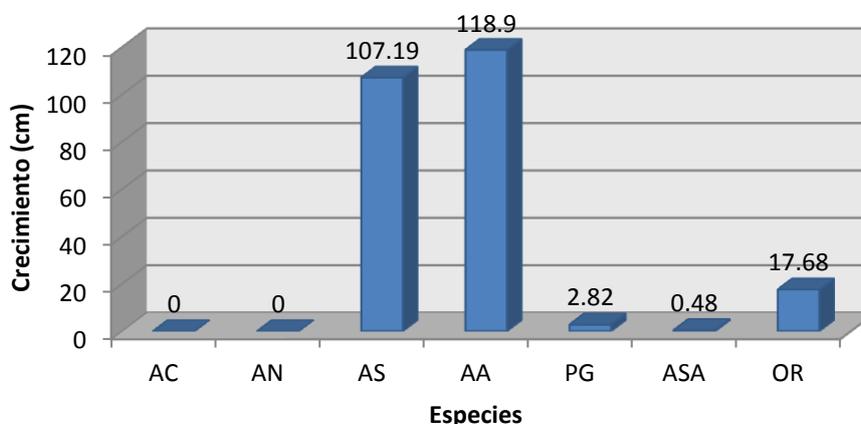


Figura 21.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

## Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año

En esta época, la única del año en que se analizó la fitomasa aérea, expresada en gramos, resultó que las especies que alcanzaron valores más altos fueron el mezquite (PG), el nopal rastrero (OR) y el maguey manso (AA) (Fig. 22; Tabla A8). Curiosamente, ninguna de estas especies figuró en cobertura aérea y en crecimiento.

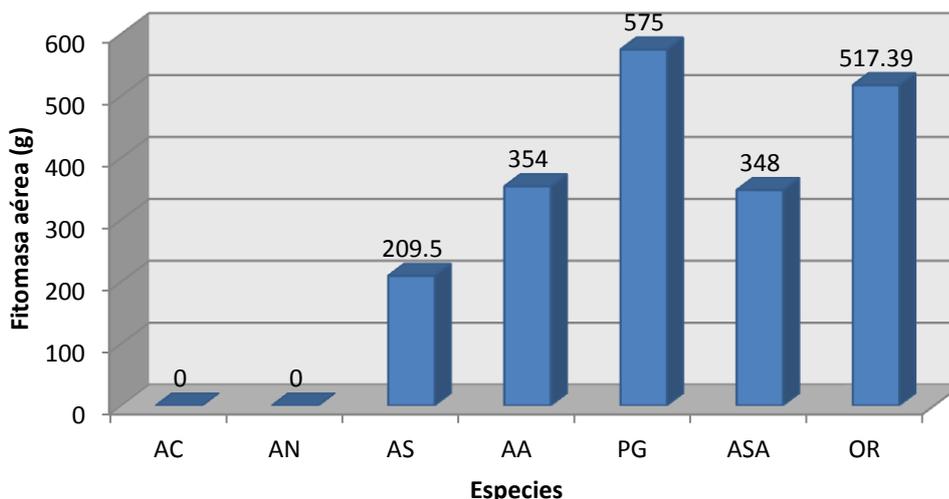


Figura 22.- Comparación de medias para fitomasa aérea de cada una de las especies en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

## Efecto del Abono sobre el Establecimiento de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año

### Estación de Invierno, 22 de Enero de 2012

En la variable de establecimiento la especie que obtuvo mejor resultado por efecto del abono que se le aplicó, fue el mezquite (PG) con 1.6 veces más que a los individuos de la misma especie que no se les aplicó, en maguey áspero (AS) no hubo diferencias, mientras que las especies maguey manso (AA) y nopal rastrero (OR) presentan poca diferencia a favor de los individuos que no se les aplicó abono y, por último, en la especie salmiana (ASA), se denota que las plantas que tuvieron mejor establecimiento fueron las que no se les aplicó abono, 1.8 veces sobre las que si se les aplicó (Fig. 23).

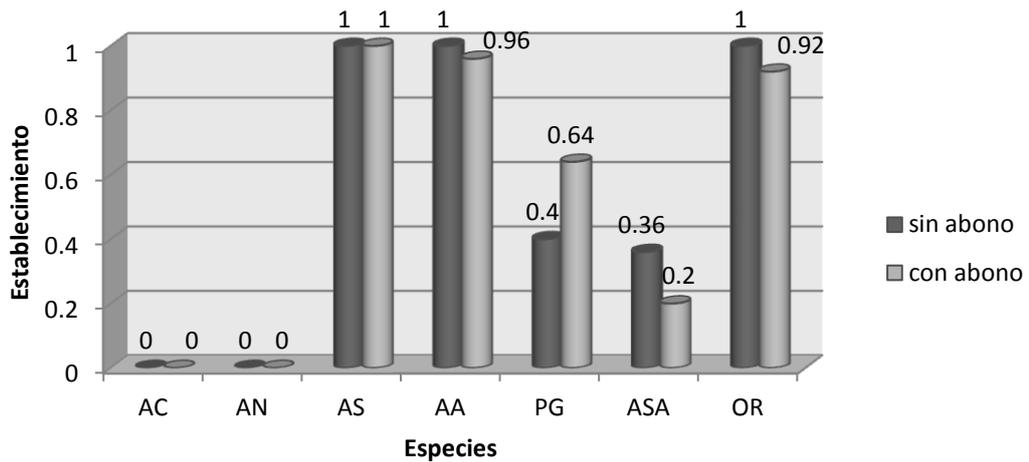


Figura 23.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de invierno (22 de enero de 2012).

Estación de Primavera, 18 de Abril de 2012

En la estación de primavera, la especie que mejor aprovechó el abono fue el mezquite (PG) con 1.5 veces más en comparación con las plantas de la misma especie que no se les aplicó, mientras que en maguey áspero (AS) no hubo diferencia. En seguida las especies maguey manso (AA), salmiana (ASA) y nopal rastrero (OR), fueron inferiores en 1.04, 0.12 y 1.04 respectivamente, en comparación con las plantas de la misma especie que si se les aplicó (Fig. 24)

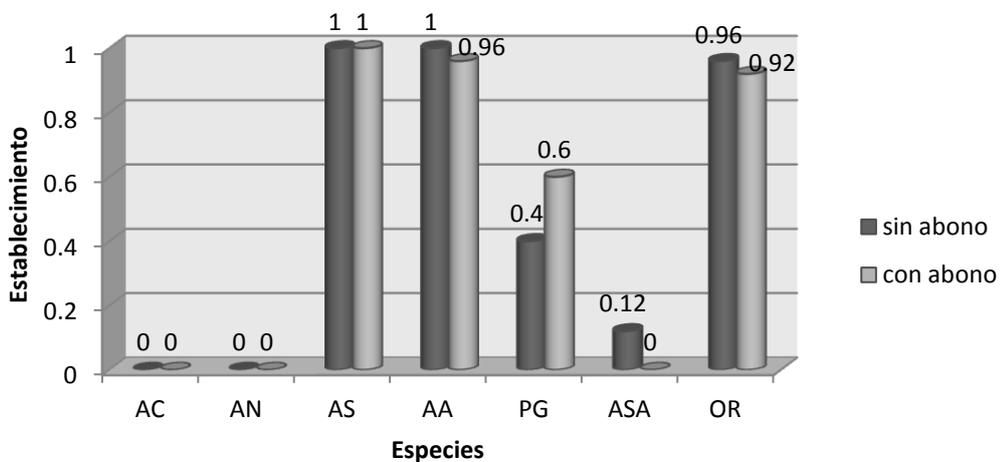


Figura 24.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de primavera (18 de abril de 2012).

Estación de Verano, 23 de Julio de 2012

En esta estación se observa que la especie que más aprovechó el abono es el mezquite (PG) siendo ésta 3.7 veces superior en comparación con las plantas de la misma especie que no se les aplicó abono de borrego, enseguida se encuentra el nopal rastrero (OR) la cual es 1.15 veces mayor, por último el maguey áspero (AS) que fue 1.04 veces superior a las que no se les aplicó (Fig. 25).

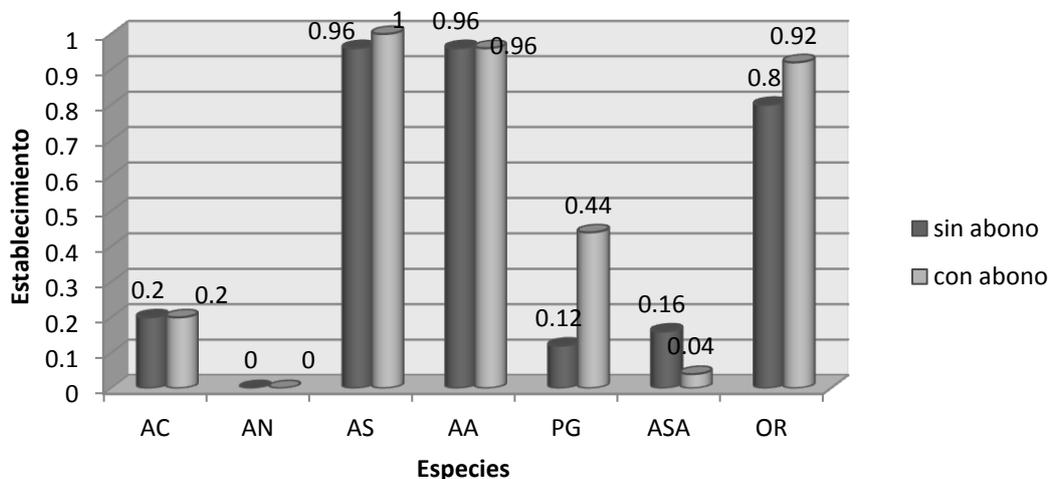


Figura 25.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de verano (23 de julio de 2012).

Estación de Otoño, 22 de Octubre de 2012

En cuanto a la última estación la cual corresponde al otoño, se puede observar que el mezquite (PG) fue 4 veces mejor a las plantas de la misma especie que no se les aplicó abono, seguido del nopal rastrero (OR) el cual fue 1.1 veces superior y el maguey áspero (AS) que alcanzó 1.04 veces más en comparación con las que no recibieron abono (Fig. 26).

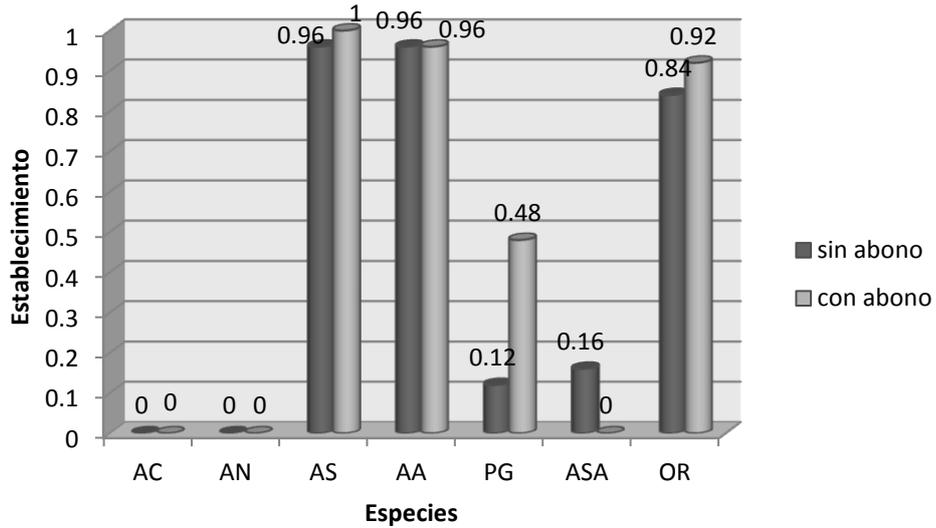


Figura 26.- Comparación de medias para el establecimiento de arbustos con y sin abono para cada una de las especies, en la estación de otoño (22 de octubre de 2012).

### Análisis Global de los Parámetros

En la Figura 27; Tabla A9, se describen el comportamiento de las medias de los parámetros evaluados, donde se observa que la cobertura aérea obtuvo 290.4716 cm<sup>2</sup>, el crecimiento alcanzó 44.06157 cm, la fitomasa aérea logró 1900.884 g, el diámetro menor fue de 8.912357 cm y, por último, el diámetro mayor finaliza con 12.71236 cm.

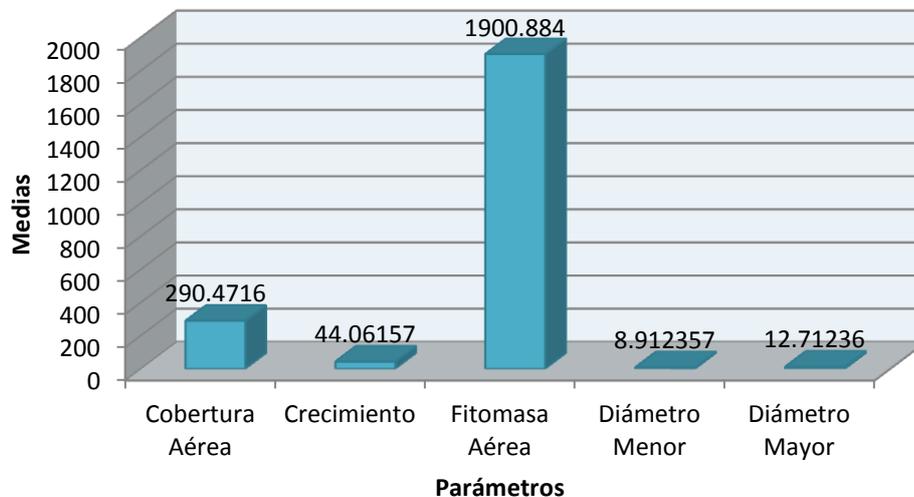


Figura 27.- Comparación de medias de los parámetros.

## Estadística Correlacional

### Correlación de Variables

Las relaciones que existen en el presente trabajo de investigación, se observan en la Tabla 1, en la cual algunas variables son significativas.

En primer lugar se analiza el **establecimiento**, el cual influyó positivamente con un 72 por ciento en la variable diámetro menor y con un 82 por ciento con el diámetro mayor. Esto quiere decir que con mayor número de plantas establecidas propicia a que mejore el resultado del diámetro menor así como el del diámetro mayor.

La siguiente es la **cobertura aérea**, la cual influye positivamente con el diámetro menor con 94 por ciento y con un 87 por ciento en el diámetro mayor.

El último a analizar es el **diámetro menor**, el cual influyó positivamente con 90 por ciento con respecto al diámetro mayor.

Tabla 1.- Correlación entre las variables en estudio

	Establecimiento	Cobertura aérea	Crecimiento	Fitomasa aérea	Abono	Diámetro menor	Diámetro mayor
Establecimiento	1	0.573	0.355	0.298	0.023	<b>0.721</b>	<b>0.826</b>
Cobertura aérea		1	0.343	0.294	0.070	<b>0.948</b>	<b>0.871</b>
Crecimiento			1	0.100	0.025	0.348	0.427
Fitomasa aérea				1	0.038	0.317	0.333
Abono					1	0.052	0.065
Diámetro menor						1	<b>0.905</b>
Diámetro mayor							1

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

## Estadística Comparativa

En la Tabla 2 se presenta la comparación de variables de las orientaciones NE y NO, en la cual se aprecia que en establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea se presenta una diferencia no significativa estadísticamente, aunque al comparar las medias se aprecia que en la variable cobertura aérea la orientación NO es 1.20 veces mayor; en crecimiento la orientación NE es 1.68 veces mayor y en fitomasa aérea es 2.42 veces mayor la misma orientación en comparación con la NO lo cual ecológicamente es significativa. Por lo tanto, la orientación NE fue superior en las variables crecimiento y fitomasa aérea e inferior en cobertura aérea.

Tabla 2.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y NO.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NE	280	0.4857143	0.5006908	0.533619	NS
	NO	280	0.4821429	0.5005757		
Cobertura aérea	NE	280	289.7416	538.4138	0.110949	NS
	NO	280	348.3188	593.7941		
Crecimiento	NE	280	57.39383	137.0933	0.995578	NS
	NO	280	34.11339	56.49117		
Fitomasa aérea	NE	280	66.85693	331.2379	0.970788	NS
	NO	280	27.59296	101.5433		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

Se observa en la Tabla 3 la comparación de variables de las orientaciones NE y SE, en el cual se aprecia que el establecimiento, la cobertura aérea, el crecimiento y la fitomasa aérea no mostraron significancia estadística, pero al comparar las medias se observa que en cuanto al establecimiento, la orientación NE es menor 1.09 veces; la variable cobertura aérea es 1.03 veces mayor; el crecimiento es 1.16 veces menor y por último la fitomasa aérea es 1.62 veces menor a la SE. De acuerdo a estos resultados podemos

concluir que la NE fue inferior en las variables establecimiento, crecimiento y fitomasa aérea y, superior en cobertura aérea en comparación con la SE.

Tabla 3.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y SE.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NE	280	0.4857143	0.5006908	0.136318	NS
	SE	280	0.5321429	0.4998592		
Cobertura aérea	NE	280	289.7416	538.4138	0.586620	NS
	SE	280	280.1259	500.0966		
Crecimiento	NE	280	57.39383	137.0933	0.276072	NS
	SE	280	66.68282	222.4163		
Fitomasa aérea	NE	280	66.85693	331.2379	0.264996	NS
	SE	280	108.5798	1060.461		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

En la Tabla 4 se expone la comparación de las orientaciones NE y SO, en la cual se muestra que las tres primeras variables, establecimiento, cobertura aérea y crecimiento, no son significativas, pero la fitomasa aérea es altamente significativa estadísticamente (P=0.01) en la orientación SO. Al comparar las medias de ambas orientaciones por cada variable, se denota que en el establecimiento la NE es 1.01 veces menor; en cobertura aérea 1.10 veces mayor, en crecimiento 1.86 veces mayor y por último en fitomasa aérea es 138.64 veces menor que la SO. Esto quiere decir que en las variables establecimiento y fitomasa aérea, la NE fue inferior, mientras que en las variables cobertura y crecimiento fue superior a la orientación SO.

La Tabla 5 contiene la comparación de medias de las orientaciones NE en contra del testigo (T), en la cual las cuatro variables presentes no son significativas estadísticamente, pero en su comparación de medias podemos apreciar que la orientación NE es 1.03 veces mayor en la variable establecimiento, en cuanto a la cobertura es 1.06 veces mayor, en el crecimiento es 1.83 veces mayor y por último en fitomasa aérea, es 2.08

veces mayor al testigo. Por lo tanto en esta comparación es mayor la orientación NE ante el testigo en sus cuatro variables.

Tabla 4.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y SO.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NE	280	0.4857143	0.5006908	0.433019	NS
	SO	280	0.4928571	0.5008441		
Cobertura aérea	NE	280	289.7416	538.4138	0.753720	NS
	SO	280	261.2592	437.9676		
Crecimiento	NE	280	57.39383	137.0933	0.998535	NS
	SO	280	30.73514	58.26979		
Fitomasa aérea	NE	280	66.85693	331.2379	0.003864	**
	SO	280	9269.364	57597.5		

NS = No significativa  
 \* = Significativa (P = 0.05)  
 \*\* = Altamente significativa (P = 0.01)  
 PE = Probabilidad encontrada

Tabla 5.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NE y T.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NE	280	0.4857143	0.5006908	0.632180	NS
	T	280	0.4714286	0.5000768		
Cobertura aérea	NE	280	289.7416	538.4138	0.650752	NS
	T	280	272.9125	487.9531		
Crecimiento	NE	280	57.39383	137.0933	0.998117	NS
	T	280	31.38268	59.88797		
Fitomasa aérea	NE	280	66.85693	331.2379	0.952182	NS
	T	280	32.02693	110.4171		

NS = No significativa  
 \* = Significativa (P = 0.05)  
 \*\* = Altamente significativa (P = 0.01)  
 PE = Probabilidad encontrada

En la Tabla 6 está la comparación de medias de la orientación NE contra la SE y podemos observar que las variables establecimiento, cobertura aérea y fitomasa aérea no son significativas estadísticamente, sin embargo, el

crecimiento es altamente significativo ( $P=0.01$ ) en la orientación SE. Al comparar las medias de ambas orientaciones podemos describir que la NO es 1.10 veces menor en el establecimiento, en cobertura aérea es 1.24 veces mayor, mientras que en crecimiento es 1.95 veces menor y por último en fitomasa aérea es 3.94 veces menor respecto a la SE. Por lo anterior, se puede concluir que la orientación NO fue superior en la variable cobertura aérea mientras que en el resto de las variables fue inferior respecto a la orientación SE.

Tabla 6.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea ( $\text{cm}^2$ ), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y SE.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NO	280	0.4821429	0.5005757	0.118716	PE
	SE	280	0.5321429	0.4998592		
Cobertura aérea	NO	280	348.3188	593.7941	0.928916	NS
	SE	280	280.1259	500.0966		
Crecimiento	NO	280	34.11339	56.49117	0.008945	**
	SE	280	66.68282	222.4163		
Fitomasa aérea	NO	280	27.59296	101.5433	0.101936	PE
	SE	280	108.5798	1060.461		

NS = No significativa

\* = Significativa ( $P = 0.05$ )

\*\* = Altamente significativa ( $P = 0.01$ )

PE = Probabilidad encontrada

En la Tabla 7 se comparan las orientaciones NO vs la SO y se cita que las tres primeras variables no son significativas, pero que la última, fitomasa aérea es altamente significativa estadísticamente ( $P=0.01$ ) en la orientación SO. En la comparación de medias podemos apreciar que la orientación NO, en cuanto a su variable establecimiento, es 1.02 veces menor; en cobertura aérea es 1.33 veces mayor; en crecimiento es 1.11 veces mayor y por último en fitomasa aérea es 335.93 veces menor en comparación con la orientación SO. Entonces, la orientación NO fue inferior en las variables establecimiento y fitomasa aérea, mientras que mostró superioridad en cobertura aérea y en crecimiento.

Tabla 7.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y SO.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NO	280	0.4821429	0.5005757	0.400109	NS
	SO	280	0.4928571	0.5008441		
Cobertura aérea	NO	280	348.3188	593.7941	0.975585	NS
	SO	280	261.2592	437.9676		
Crecimiento	NO	280	34.11339	56.49117	0.756806	NS
	SO	280	30.73514	58.26979		
Fitomasa aérea	NO	280	27.59296	101.5433	0.007471	**
	SO	280	9269.364	57597.5		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

En la Tabla 8 se compara la orientación NO con el testigo (T), mostrando que las cuatro variables no presentan significancia estadística, pero respecto a la comparación de las medias podemos apreciar que en establecimiento la NO es 1.02 veces mayor; en cobertura aérea es 1.28 veces mayor; en crecimiento es 1.09 veces mayor pero en fitomasa aérea es 1.16 veces inferior que el testigo. Por lo tanto, fue mayor la orientación NO en las variables establecimiento, cobertura aérea y crecimiento, mientras que en fitomasa aérea fue mejor el testigo (T).

Tabla 8.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones NO y T.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	NO	280	0.4821429	0.5005757	0.599966	NS
	T	280	0.4714286	0.5000768		
Cobertura aérea	NO	280	348.3188	593.7941	0.949397	NS
	T	280	272.9125	487.9531		
Crecimiento	NO	280	34.11339	56.49117	0.710449	NS
	T	280	31.38268	59.88797		
Fitomasa aérea	NO	280	27.59296	101.5433	0.310540	NS
	T	280	32.02693	110.4171		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

En la Tabla 9 encontramos las comparaciones de las orientaciones SE y SO, en donde las variables establecimiento, cobertura aérea y crecimiento no mostraron significancia, sólo la fitomasa aérea es altamente significativa estadísticamente (P=0.01) en la orientación SO y; en la comparación de medias, la orientación SE, en cuanto a la variable establecimiento, es 1.08 veces mayor; en cobertura aérea es 1.07 veces mayor; en crecimiento es 2.17 veces mayor y para finalizar, en fitomasa aérea es 85.37 veces menor con respecto a la orientación SO. En resumen, la orientación SE fue mejor en las variables establecimiento, cobertura aérea y crecimiento, mientras que en fitomasa aérea fue mejor la orientación SO.

Tabla 9.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SE y SO.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	SE	280	0.5321429	0.4998592	0.823359	NS
	SO	280	0.4928571	0.5008441		
Cobertura aérea	SE	280	280.1259	500.0966	0.682479	NS
	SO	280	261.2592	437.9676		
Crecimiento	SE	280	66.68282	222.4163	0.995434	NS
	SO	280	30.73514	58.26979		
Fitomasa aérea	SE	280	108.5798	1060.461	0.004008	**
	SO	280	9269.364	57597.5		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

Se presentan las comparaciones de la orientación SE respecto al testigo (T), en la Tabla 10, en la cual se registra que las cuatro variables no son significativas estadísticamente (NS), pero en la comparación de medias podemos denotar que la orientación SE presenta, para su variable establecimiento, una superioridad de 1.13 veces; en cuanto a la cobertura aérea ésta es 1.03 veces mayor; el crecimiento es 2.12 veces mayor y por último en fitomasa aérea es 3.39 veces mayor que el testigo (T). En conclusión, la orientación SE fue superior en las cuatro variables respecto al testigo (T).

Tabla 10.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SE y T.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	SE	280	0.5321429	0.4998592	0.924340	NS
	T	280	0.4714286	0.5000768		
Cobertura aérea	SE	280	280.1259	500.0966	0.568545	NS
	T	280	272.9125	487.9531		
Crecimiento	SE	280	66.68282	222.4163	0.994702	NS
	T	280	31.38268	59.88797		
Fitomasa aérea	SE	280	108.5798	1060.461	0.884956	NS
	T	280	32.02693	110.4171		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

La Tabla 11 registra las comparaciones de la orientación SO respecto al testigo (T) y se aprecia que ninguna de las variables es significativa estadísticamente. En la comparación de medias observamos que la orientación SO, para el establecimiento, es 1.05 veces mayor; para cobertura aérea es 1.04 veces menor; en crecimiento es 1.02 veces menor y por último en fitomasa aérea es 289.42 veces mayor respecto al testigo (T). Esto quiere decir que la orientación SO fue superior en las variables establecimiento y fitomasa aérea, mientras que en cobertura aérea y crecimiento mostró superioridad el testigo (T).

Tabla 11.- Comparación de medias para las variables: establecimiento, cobertura aérea (cm<sup>2</sup>), crecimiento (cm) y fitomasa aérea (g) en las orientaciones SO y T.

Variable	Orientación	N	Media	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Establecimiento	SO	280	0.4928571	0.5008441	0.693691	NS
	T	280	0.4714286	0.5000768		
Cobertura aérea	SO	280	261.2592	437.9676	0.383137	NS
	T	280	272.9125	487.9531		
Crecimiento	SO	280	30.73514	58.26979	0.448435	NS
	T	280	31.38268	59.88797		
Fitomasa aérea	SO	280	9269.364	57597.5	0.996250	NS
	T	280	32.02693	110.4171		

NS = No significativa

\* = Significativa (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativa (P = 0.01)

PE = Probabilidad encontrada

## Establecimiento

La Tabla 12 contiene los resultados de las siete especies, en la cual se denota que en la orientación Noreste (NE), se lograron establecer el 47.14 por ciento de las especies y sobresalieron con mayor porcentaje el maguey manso (AA), el maguey áspero (AS) y nopal rastrero (OR), mientras que el 52.86 por ciento no logró establecerse.

Probabilidad encontrada  $P \leq 0.00001$ .

Tabla 12.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Noreste (NE).

Especies	Establecidas	No Establecidas	Totales
AC	0	10	10
AN	0	10	10
AS	10	0	10
AA	10	0	10
PG	5	5	10
ASA	0	10	10
OR	8	2	10
TOTAL	33	37	70

En la Tabla 13 se presentan los resultados de la orientación Sureste (SE) y nos muestra que se lograron establecer el 50 por ciento de las especies, con predominancia de maguey manso (AA), maguey áspero (AS) y nopal rastrero (OR); el 50 por ciento restante corresponde a las especies no establecidas.

Probabilidad encontrada  $P \leq 0.00001$ .

Tabla 13.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Sureste (SE).

Especies	Establecidas	No establecidas	Totales
AC	0	10	10
AN	0	10	10
AS	10	0	10
AA	10	0	10
PG	4	6	10
ASA	4	6	10
OR	7	3	10
TOTAL	35	35	70

La Tabla 14, contiene los datos de establecimiento en la orientación Suroeste (SO) y describe que el 45.71 por ciento de las especies se establecieron, mientras que el 54.29 por ciento restante no lo lograron. Las especies que alcanzaron mejor porcentaje son el nopal rastrero (OR), el maguey manso (AA) y el maguey áspero (AS). Probabilidad encontrada  $P \leq 0.00001$ .

Tabla 14.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Suroeste (SO).

Especies	Establecidas	No establecidas	Totales
AC	0	10	10
AN	0	10	10
AS	9	1	10
AA	9	1	10
PG	4	6	10
ASA	0	10	10
OR	10	0	10
TOTAL	32	38	70

En la orientación Noroeste (NO) se registra que el 40 por ciento de las especies se lograron establecer, mientras que el 60 por ciento no lo lograron (Tabla 15). Además, las especies más sobresalientes son el maguey áspero (AS), el maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR). Probabilidad encontrada  $P \leq 0.00001$ .

Tabla 15.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas en la estación de otoño de 2012, con orientación Noroeste (NO).

Especies	Establecidas	No establecidas	Totales
AC	0	10	10
AN	0	10	10
AS	10	0	10
AA	9	1	10
PG	0	10	10
ASA	0	10	10
OR	9	1	10
TOTAL	28	42	70

La Tabla 16 nos presenta que en el testigo se lograron establecer el 45.71 por ciento de especies y el 54.29 por ciento no se establecieron. Las

especies que lograron mayor porcentaje fueron el maguey manso (AA), el maguey áspero (AS) así como el nopal rastrero (OR). Probabilidad encontrada  $P \leq 0.00001$ .

Tabla 16.- Comparación no paramétrica entre especies establecidas del testigo (T) en la estación de otoño de 2012.

Especies	Establecidas	No establecidas	Totales
AC	0	10	10
AN	0	10	10
AS	10	0	10
AA	10	0	10
PG	2	8	10
ASA	0	10	10
OR	10	0	10
TOTAL	32	38	70

Efecto del Abono de Borrego en el Establecimiento de Arbustos, por Orientación Geográfica y por Especie.

En la Tabla 17 y Fig. 27, se muestran la cantidad de arbustos establecidos y no establecidos de acuerdo al efecto de abono de borrego, donde se compara a las plantas que se les proporcionó abono con las que no se les proporcionó al momento de la plantación, así como el efecto que tuvo en cada orientación y en el testigo. Se observa que hay una diferencia no significativa en la comparación de las plantas establecidas con abono, con las que no se les proporcionó abono; por lo tanto da lo mismo aplicar o no el abono.

Al comparar las medias de los arbustos con abono, la orientación que alcanzó mayor establecimiento fue la SE la cual fue 1.12 veces mayor que el testigo, seguida de la SO con 1.04 veces más, luego la NE la cual fue 1.03 veces mayor y, por último, la NO que fue 1.02 veces mayor al testigo.

En la prueba de chi-cuadrada se acepta la igualdad al comparar el efecto de abono en los arbustos establecidos, por orientación, contra los que no recibieron abono.

Tabla 17.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, por efecto del abono de borrego en cada orientación y en el testigo.

Establecimiento	NE	SE	SO	NO	T	TOTAL
No establecidos	144	131	142	145	148	710
Establecidos	136	149	138	135	132	690
Total	280	280	280	280	280	1400

chi-cuadrada            2.429067  
 Grados de libertad    4  
 Nivel de probabilidad  0.657381  
 Se acepta la igualdad

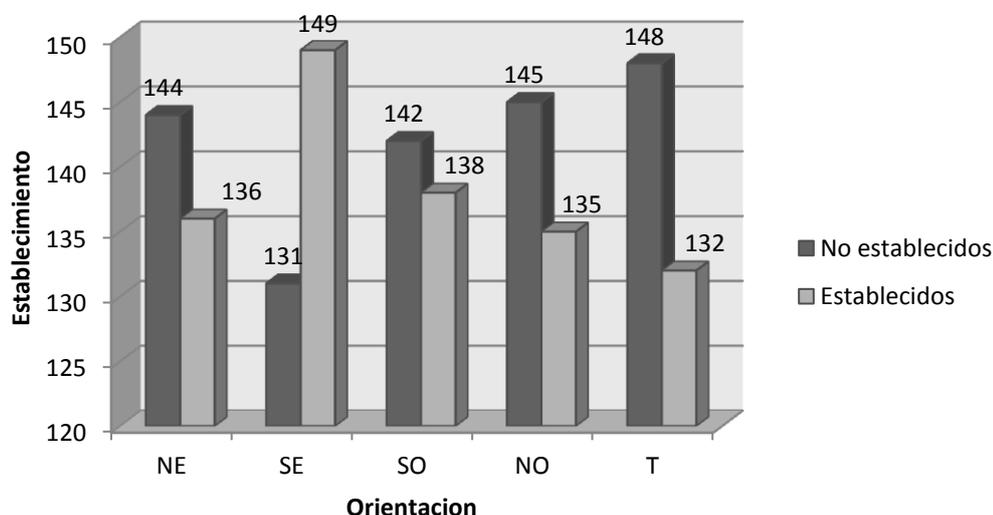


Figura 28.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono, en las cuatro orientaciones y en el testigo.

En la Tabla 18 y Fig. 28, se presentan las comparaciones de las especies con abono de borrego, contra las mismas que no lo recibieron; se expone que las especies que fueron más favorecidas por el abono para su establecimiento son el maguey áspero (AS), el maguey manso (AA) y el nopal rastroso (OR), ya que son 99, 32.33 y 10.11 veces mayores, respectivamente, contra las mismas especies que no se establecieron y no recibieron abono.

En la prueba de chi-cuadrada se rechaza la igualdad.

Tabla 18.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, por efecto del abono de borrego en cada especie.

Establecimiento	AC	AN	AS	AA	PG	ASA	OR	Total
No establecidas	200	200	2	6	120	174	18	710
Establecidas	0	0	198	194	80	26	182	690
Total	200	200	200	200	200	200	200	1400

chi-cuadrada 982.714840  
 Grados de libertad 6  
 Nivel de probabilidad 0.000000  
 Se rechaza la igualdad

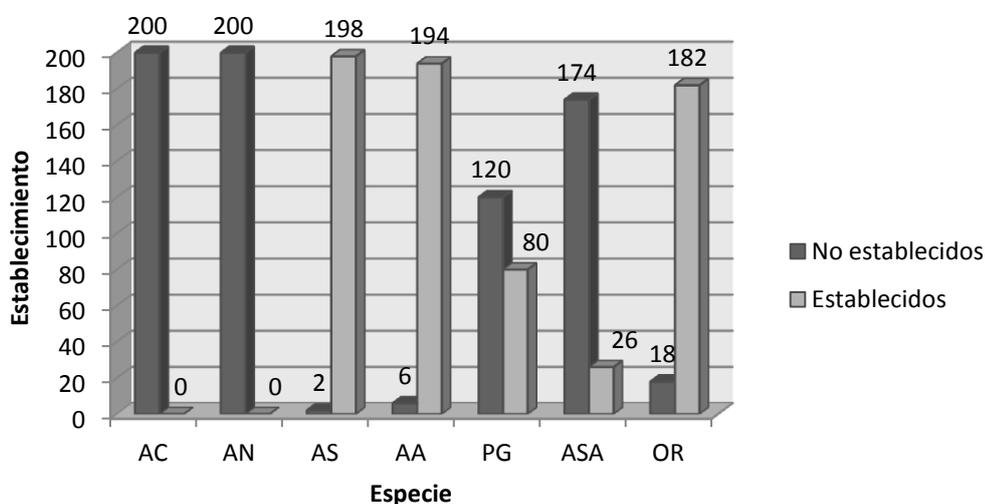


Figura 29.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono, por especie.

En la Tabla 19 y Fig. 29, se describe que los arbustos no establecidos y que no se les aplicó abono, (363) fueron 1.05 veces superiores a los que recibieron abono (347), mientras que los arbustos establecidos sin aplicación de abono (337) fueron 1.05 veces menores en comparación con los que recibieron abono (353). También podemos mencionar que en cuanto a los arbustos que no se les aplicó abono (337) el establecimiento fue 1.08 veces menor que los que no se establecieron (363), mientras que de las plantas que recibieron abono, las establecidas (353) fueron 1.02 veces superiores a las no establecidas (347). Por lo anterior, la diferencia no es significativa, ya

que presentan igualdad entre las especies establecidas con abono y sin abono.

Tabla 19.- Comparación y prueba de chi-cuadrada de arbustos establecidos y no establecidos, con abono y sin abono de borrego.

Establecimiento	Sin abono	Con abono	Total
No establecidos	363	347	710
Establecidos	337	353	690
Total	700	700	1400

chi-cuadrada 0.731578  
 Grados de libertad 1  
 Nivel de probabilidad 0.392372  
 Se acepta la igualdad

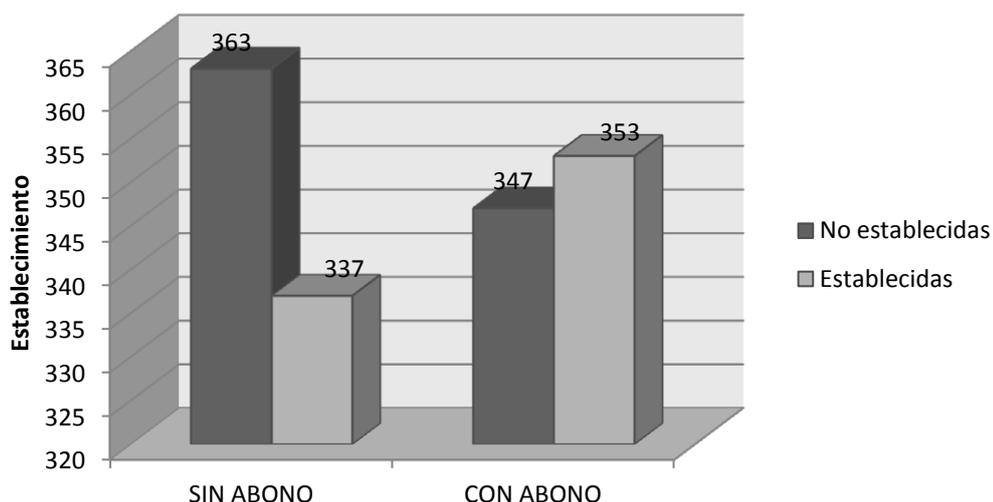


Figura 30.- Comparación del establecimiento de arbustos con abono y sin abono.

### Estadística Integral

#### Análisis de factores

En la Tabla 20, de acuerdo al análisis de factores encontrados en el programa estadístico STATISTICA 8.0, se observa que la variable más importante para el factor 1 es el diámetro mayor, ya que de todas es la más

sobresaliente. Además, se encontró que las variables diámetro menor, cobertura aérea, establecimiento y crecimiento son significativas, por lo cual son importantes para el factor 1. Las variables fitomasa aérea y abono no son importantes para este factor.

Por consiguiente, en el factor 2 se observa que la variable fitomasa aérea es la única importante y que en el resto no hay significancia, aunque debemos mencionar que en las variables cobertura aérea, crecimiento, abono y diámetro menor tienen un efecto negativo para el resto de las variables.

También podemos observar que el factor 1 representa el 52.0667 del fenómeno mientras que el factor 2 representa el 66.61448.

Tabla 20.- Análisis de factores para todo el año 2012

Variable	Factor 1	Factor 2
Var 1 (Establecimiento)	<b>0.832743</b>	0.089115
Var 2 (Cobertura aérea)	<b>0.909433</b>	-0.065768
Var 3 (Crecimiento)	<b>0.511394</b>	-0.085588
Var 4 (Fitomasa aérea)	0.055669	<b>0.829645</b>
Var 8 (Abono)	0.070200	-0.556795
Var 9 (Diámetro menor)	<b>0.953884</b>	-0.029362
Var 10 (Diámetro mayor)	<b>0.971656</b>	0.011633
Variable Explicada	3.644091	1.018922
Probabilidad Total	0.520584	0.145560

(P > 0.15)

Value	Eigenvalue	% total variance	Cumulative Eigenvalue	% cumulative
1	3.644670	52.06671	3.644670	52.0667
2	1.018343	14.54776	4.663013	66.61448

En relación al análisis de factores por medio del programa STATISTICA 8.0, se aprecia en el diagrama (Figura 30), que las variables 9 (Diámetro menor), 10 (Diámetro mayor) y 3 (crecimiento) son las más importantes debido a que representan el uno por ciento en el diagrama; la variable 2 (Cobertura aérea) representa el cuatro por ciento en el diagrama, siendo esta también

importante para esta investigación, después le sigue la variable 4 (fitomasa aérea) la cual tiene poca importancia en esta investigación porque en el diagrama representa el 100 por ciento, debido a que la importancia se toma de acuerdo a la variable que tenga menor porcentaje en el diagrama. En seguida, la variable 8 (abono) no tiene ninguna relación ni porcentaje, por lo tanto, no provoca ningún efecto hacia las demás variables, así que da lo mismo si se aplica o no el abono de borrego para el establecimiento de los arbustos. Por último, la variable 1 (establecimiento) no tiene ningún porcentaje en el diagrama, esto quiere decir que ente estudio no influye su presencia.

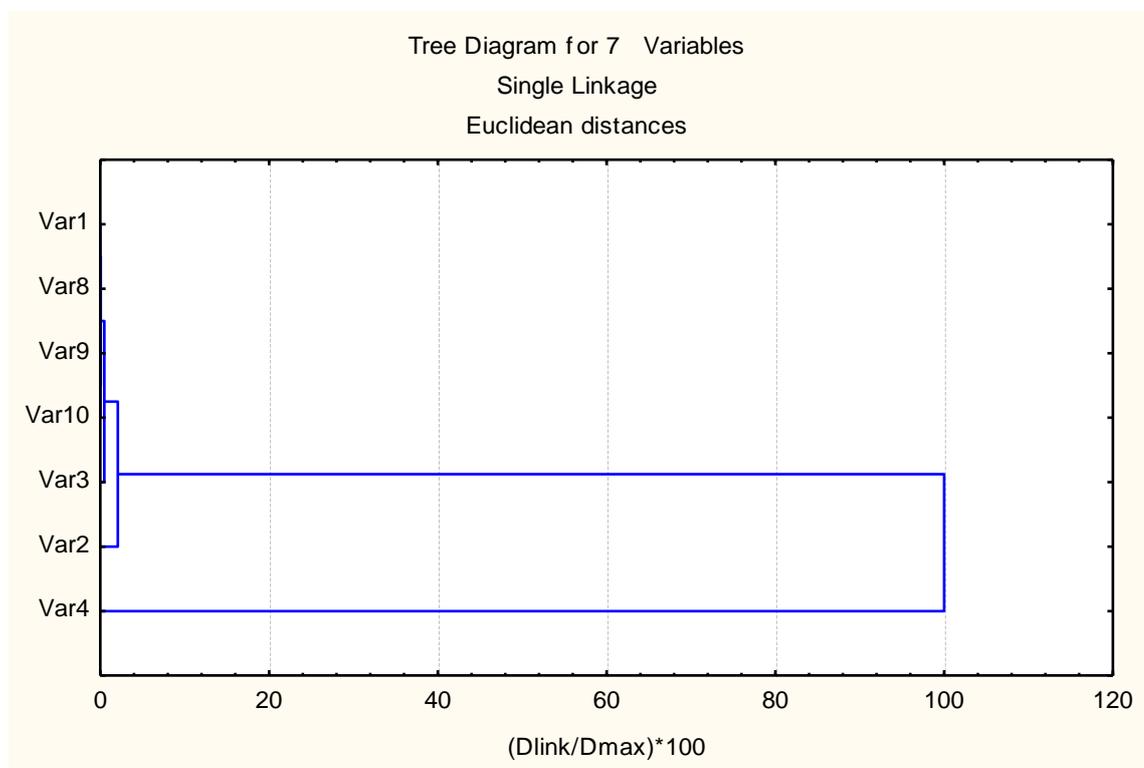


Figura 31.- Diagrama de análisis de factores de todas las variables del año 2012.

## V. DISCUSIÓN

### Cobertura Aérea

Los resultados obtenidos en este trabajo para el mezquite (PG), difieren con los de López (2008), León *et al.* (2008), Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), quienes estudiaron el establecimiento de las mismas siete especies, sólo que ellos utilizaron a la gobernadora (*Larrea tridentata*) como planta nodriza, en una región ecológica semejante a la de este trabajo. Las medias de cobertura aérea que obtuvieron son de 2.63, 2.94, 1.09 y 2.26 cm<sup>2</sup>, respectivamente y, en este estudio se obtuvo una media de 25.23 cm<sup>2</sup>, muy superior a los anteriores.

López (2008) y León *et al.* (2008) encontraron que las especies con mayor cobertura aérea (cm<sup>2</sup>) fueron el maguey manso (AA) con 198.51 cm<sup>2</sup> y el maguey áspero (AS) con 93.7 cm<sup>2</sup>; para Paz (2009) y León *et al.* (2009) fueron el maguey manso (AA) con 163.87 cm<sup>2</sup> y el nopal rastrero (OR) con 57.05 cm<sup>2</sup>; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) citan que las mejores fueron el maguey manso (AA) con 25.06 cm<sup>2</sup> y el nopal rastrero (OR) con 72.2 cm<sup>2</sup>; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) reportan al maguey manso (AA) con 1245.57 cm<sup>2</sup> y el nopal rastrero (OR) con 463.02 cm<sup>2</sup>. En este estudio, las especies mejores fueron el maguey manso (AA) con 1066.8 cm<sup>2</sup> y el maguey áspero (AS) con 832 cm<sup>2</sup>, lo cual coincide con los ocho autores anteriores en cuanto a que la mejor especie fue el maguey manso (AA), aunque fuimos superados en la cobertura aérea obtenida (1245.57 cm<sup>2</sup>) por Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), pero superamos a la de los otros seis autores. En nuestro estudio, la segunda especie mejor fue el maguey áspero (AS), lo que coincide con López (2008) y León *et al.* (2008) que para ellos también fue la segunda mejor especie, con 93.7 cm<sup>2</sup> pero en este trabajo obtuvimos 832 cm<sup>2</sup>, muy superior a éstos autores. Para Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), la segunda mejor especie fue el nopal rastrero (OR), lo que no coincide con nuestros

resultados; ellos obtuvieron coberturas de 57.05, 72.20 y 463.02 cm<sup>2</sup>, respectivamente y nosotros de 203.3 cm<sup>2</sup>, superando a Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) pero superados por Ramos (2011) y León *et al.* (2011b).

### Crecimiento

López (2008), León *et al.* (2008), Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) reportaron que las especies que alcanzaron mejor crecimiento (cm) fueron el maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR). López (2008) y León *et al.* (2008) reportaron al maguey manso (AA) con una media de 8.57 cm y el nopal rastrero (OR) con 4.9 cm; Paz (2009) y León *et al.* (2009) citan para maguey manso (AA) 5.34 cm y en nopal rastrero (OR) 3.96 cm; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) mencionan que maguey manso (AA) obtuvo 13.05 cm y el nopal rastrero (OR) 3.09 cm; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) citan que el maguey manso (AA) obtuvo 37.67 cm y el nopal rastrero (OR) 3.13 cm. En este estudio las especies con mejor crecimiento fueron el maguey manso (AA) con media de 118.9 cm y el maguey áspero (AS) con 107.19 cm. Nuestros resultados coinciden con los ocho autores anteriores, quienes citan que el maguey manso (AA) fue la especie que registró mayor crecimiento, aunque el nuestro fue muy superior al de ellos. Nuestra segunda especie mejor en crecimiento fue el maguey áspero (AS), lo que difiere con los ocho autores antes citados pues para ellos fue el nopal rastrero (OR). Refiriéndonos a esta última especie, ellos encontraron valores de 4.9, 3.96, 3.09 y 3.13 cm, respectivamente y en este estudio, de 17.68 cm, superior con mucho al de ellos.

### Fitomasa Aérea

López (2008) y León *et al.* (2008) reportaron que el maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR) fueron las especies con mejores resultados, ya que el primero alcanzó 52.5 g y el siguiente obtuvo 31.97 g; Paz (2009) y León *et al.*

*al.* (2009) encontraron al maguey manso (AA) con 53.2 g y al nopal rastrero (OR) con 47.78 g; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) citan al maguey manso (AA) con 100.91 g y al nopal rastrero (OR) con 84.2 g. Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) mencionan que las especies mejores fueron el maguey manso (AA) con 513.15 g y al nopal rastrero (OR) con 194.47 g. En este estudio las especies con mejores resultados fueron el mezquite (PG) con 575 g y el nopal rastrero (OR) con 517.39 g, por lo cual no coincide con los resultados de los autores consultados y citados con anterioridad quienes manifiestan que la especie con mayor fitomasa aérea fue el maguey manso (AA) y como segunda especie con mejores resultados en esta variable, todos citan al nopal rastrero (OR), lo que sí coincide con este estudio, sin embargo, nuestras cifras son mejores puesto que obtuvimos 517.37g y el mejor de ellos (Ramos, 2011; León *et al.*, 2011b) obtuvo 194.47g.

#### Establecimiento

En su investigación, Niño (2004) y León *et al.* (2010) mencionan que las especies que lograron mayor sobrevivencia fueron el maguey manso (AA) con 84.12 por ciento, y maguey áspero (AS) con 73.02 por ciento; López (2008) y León *et al.* (2008) citan al maguey manso (AA) con 90 por ciento y al maguey áspero (AS) con 65 por ciento de establecimiento; Paz (2009) y León *et al.* (2009) señalan al maguey manso (AA) con 72 por ciento y al maguey áspero (AS) con 10 por ciento de sobrevivencia; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) reportan al maguey manso (AA) con 66 por ciento y al maguey áspero (AS) con cuatro por ciento de sobrevivencia; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) obtuvieron en maguey manso (AA) 54 por ciento y en nopal rastrero (OR) 14 por ciento como especies que lograron sobrevivir. Y por último, en este trabajo, las especies que lograron mayor porcentaje de sobrevivencia fueron el maguey manso (AA) con 96 por ciento y al maguey áspero (AS) con 98 por ciento.

Por lo anterior, los resultados de esta investigación coinciden con los de los autores citados anteriormente, ya que exponen al maguey manso (AA) como la especie que logró mayor establecimiento y debemos citar que nuestros

resultados fueron mejores a los de ellos, ya que esta especie alcanzó el 96 por ciento de establecimiento por lo que superamos a todos. La segunda especie que alcanzó mejor establecimiento para los cinco autores citados con anterioridad fue el maguey áspero (AS), con lo cual coincidimos aunque superamos a Niño (2004), León *et al.* (2010), López (2008), León *et al.* (2008), Paz (2009), León *et al.* (2009), Cruz (2009) y León *et al.* (2011a), pero diferimos con Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), ya que para ellos, la segunda mejor especie fue el nopal rastrero (OR). Por último, debemos mencionar que las especies costilla de vaca (AC) y numularia (AN) no alcanzaron a establecerse.

### Abono

En relación al abono de borrego, Paz (2009) y León *et al.* (2009) citan que el maguey áspero (AS) fue cuatro veces mejor y el maguey manso (AA) 1.25 veces mejor en comparación a las plantas de su misma especie que no se le aplicó abono, mientras que Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) mencionan que la especie más sobresaliente fue el maguey manso (AA) con 1.36 veces mayor a las especies que no recibieron abono; Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) concluyen que el efecto del abono tiene influencia positiva en comparación con las que no se les aplicó, con 99.9999 por ciento de significancia y, en este estudio, se concluye que la única especie beneficiada por el efecto de abono fue el mezquite (PG) siendo ésta cuatro veces mejor en comparación con las que no recibieron abono.

Para este parámetro se difiere con los autores citados y consultados, debido a que en nuestra investigación la especie que mejor aprovechó el abono fue únicamente el mezquite (PG) quien fue cuatro veces mejor a los arbustos de la misma especie que no recibieron abono; Paz (2009) y León *et al.* (2009) citan que las especies que lograron aprovechar el abono fueron el maguey áspero (AS) y el maguey manso (AA) con 4 y 1.25 veces más; Cruz (2009) y León *et al.* (2011a) mencionan únicamente al maguey manso (AA) con 1.36 veces.

## Orientaciones Geográficas

Por último, en cuanto a la evaluación de establecimiento de arbustos por cada orientación geográfica al final del año, López (2008) y León *et al.* (2008) mencionan como la mejor a la sureste (SE) con 24 arbustos establecidos, Cruz (2009) y León *et al.* (2011a); Paz (2009) y León *et al.* (2009); Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) mencionan a la NE como la mejor con 15, 16 y 12, respectivamente y; en este trabajo la orientación en que se logró establecer más arbustos fue la SE con 35. Por lo anterior, se coincide con López (2008) y León *et al.* (2008) en cuanto a que la SE fue la orientación en que se establecieron más arbustos, aunque los superamos en número (24 vs 35) y, se difiere de lo encontrado por Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Paz (2009), León *et al.* (2009), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), ya que ellos encontraron a la NE como la orientación con más arbustos establecidos. Para la segunda mejor orientación, López (2008) y León *et al.* (2008) citan a la NE con 22, mientras que para Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Paz (2009), León *et al.* (2009), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b) fue la SE y, en este estudio fue la NE con 33 individuos establecidos; por ello, se coincide con López (2008) y León *et al.* (2008) al señalar a la NE como la segunda mejor orientación, aunque también los superamos en individuos establecidos (22 vs 33). Sin embargo, no se coincide con Cruz (2009), León *et al.* (2011a), Paz (2009), León *et al.* (2009), Ramos (2011) y León *et al.* (2011b), pues ellos encontraron a la orientación SE como la segunda mejor.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Al comparar las variables establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea, la orientación NE fue superior en todas las variables al testigo, por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada.
- ✓ De la orientación SE las variables establecimiento, cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea fueron mayores al testigo, por lo cual se rechaza la hipótesis planteada.
- ✓ En la comparación de la orientación SO respecto al testigo, las variables establecimiento y fitomasa aérea son mayores que el testigo, mientras que las variables cobertura y crecimiento son ligeramente inferiores a éste, por lo tanto, para las variables establecimiento y fitomasa se rechaza la hipótesis planteada, mientras que para las variables cobertura aérea y crecimiento se acepta la hipótesis planteada.
- ✓ Al comparar la orientación NO con el testigo, las variables establecimiento, cobertura aérea y crecimiento fueron mayores, mientras que la fitomasa fue menor a éste. Por lo tanto, para las variables establecimiento, cobertura aérea y crecimiento se rechaza la hipótesis planteada, pero en cuanto a la fitomasa aérea, se acepta la hipótesis planteada, ya que la NO fue menor.
- ✓ Al comparar el testigo contra las orientaciones geográficas, se concluye que en establecimiento y cobertura aérea las cuatro orientaciones fueron superiores; en la variable crecimiento, la NE, SE y NO fueron superiores al testigo, pero la SO fue inferior al mismo. En la fitomasa aérea las orientaciones NE, SE y SO superaron al testigo, pero la NO fue superada; por ello, se acepta la hipótesis planteada para establecimiento y cobertura aérea y, en crecimiento, para la NE,

SE y NO. En fitomasa aérea se acepta la hipótesis en las orientaciones NE, SE y SO.

- ✓ Al comparar el establecimiento de cada orientación con el testigo bajo el efecto del abono de borrego, se concluye que las cuatro orientaciones fueron superiores a éste, dado este resultado, la hipótesis planteada se rechaza.
- ✓ Al comparar las especies entre ellas y con el testigo, se concluye que las que lograron mayor establecimiento, fueron el maguey áspero (AS), el maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR), en las orientaciones NE, SE y NO. En la orientación SO el nopal rastrero (OR) fue el mejor, seguido de maguey áspero (AS) y maguey manso (AA). En el testigo, los mejores son el maguey áspero (AS), el maguey manso (AA) y el nopal rastrero (OR); por ello, se rechaza la hipótesis ya que para las orientaciones NE, SE y NO fueron iguales al testigo con maguey áspero (AS), maguey manso (AA) y nopal rastrero (OR) como las tres mejores especies establecidas. Al comparar las orientaciones con el testigo en establecimiento, se concluye que la mejor fue la SE, seguida de la NE y en tercer lugar, la SO las cuales fueron superiores al testigo. Se acepta la hipótesis planteada ya que se presentan diferencias entre las orientaciones y a la vez con el testigo.
- ✓ En la comparación de cobertura aérea y crecimiento, las especies sobresalientes son el maguey manso (AA), el maguey áspero (AS) y el nopal rastrero (OR), presentándose diferencias entre ellas y el resto de las especies. En fitomasa aérea, las especies sobresalientes son el mezquite (PG), el nopal rastrero (OR) y el maguey manso (AA), las cuales difieren de las especies sobresalientes en cobertura aérea y crecimiento. Se acepta la hipótesis planteada ya que las especies presentan diferencias entre ellas y en cada variable.

## VII. LITERATURA CITADA

Andrade L., E., M. Espinosa R., R. Garza C., J. Verdoljak J. y M. Sampallo H. 2009. Rehabilitación de praderas con el uso de rodillo aereador. XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP. Saltillo, Coahuila, México. p. 30.

Bosque V., G. A. del. 2008. Teorías sociales en la agroecología. Monografía. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 68 p.

Bruno J., F., J. J. Stachowicz and D. Bertness M. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends Ecol. Evol.* 18: 119-125.

Carabias L., J., E. Provencio y C. Toledo. 1995. Manejo de recursos naturales y pobreza rural. Universidad Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 138 p.

Camp W., G. y B. Daugherty T. 2000. Manejo de nuestros recursos naturales. *Parainfo.* 45 p.

Castro, J., R. Zamora, J. A. Hódar y J. M. Gómez. 2002. Use of shrubs as nurse plants: A new technique for reforestation in mediterranean mountains. *Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Restoration Ecology.* 10:2 (297-305).

Cervantes R., M. C., 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. *Anais do X Encontro de Geografos de América Latina. Universidad Sao Pablo. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.* p. 3388-3407.  
<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Usoderecursos/08.pdf> Consultado el 08 de abril de 2013.

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

Cody, M. L. 1993. The cholla cacti (*Opuntia* sp., *subgenus cylindropuntia*) use or need nurse plant in the Mojave Desert. *Journal of Arid Environments.* 24:139-154.

Cruz M., G. 2009. Rehabilitación de aéreas degradadas mediante el nodricismo, con efecto de abono para establecer arbustos. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 70 p.

Drezner, T. D. & M. Garrity C. (2003). Saguaro distribution under nurse plants in Arizona's Sonoran Desert: directional and microclimate influences. *Professional Geographer.* 55:505–512.

Estrada V., A. 2006. Evaluación de mezclas de solución nutritiva (soluciones nutritivas orgánicas) en la producción de forraje verde hidropónico (*X Triticosecale* Wittmack). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 22-29.

FAO. (Food and Agriculture Organization) 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe Nacional México. Departamento Forestal-FAO. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf> Consultado el 02 de marzo de 2013.

FAO. (Food and Agriculture Organization). 2012. Situación de los recursos genéticos forestales en México. Informe final del proyecto TCP/MEX/3301/MEX.(4), México. 282 p. Disponible en: [http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/11/13310714832850/informe\\_rgf.pdf](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/11/13310714832850/informe_rgf.pdf) Consultado el 15 de marzo de 2013.

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

García A., J. A. 2010. Disturbio superficial del suelo: efecto sobre la restauración de suelos en pastizales degradados. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 37 p.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación Climática de Köppen. Editorial Larrios. México.

Garza C., H. M. 1985. Revegetación vegetal. En: Memorias Curso de Actualización sobre Manejo de Pastizales. Dpto. de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Google Earth. 2013. Software 3D. Image 2013 DigitalGlobe. <http://www.google.com.mx/intl/es/earth/> Consultado el 22 de febrero de 2013.

Holechek, J. L., R. D. Pieper and C. H. Herbel. 1989. Range management. Principles and practices. Prentice Hall, Inc. USA. p. 1.

Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las aéreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA-SARH. México, D.F. 48 p.

León G., L. L. de. 1991. SOMMAP informa. Revista Manejo de Pastizales. SOMMAP. Saltillo, Coahuila, México. 4 (3): 38-45.

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

León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R. 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, Mellado B., M., Reynaga V., J. R., Pérez R., L., Ramos P., A. y Cabrera H., J. 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. 2<sup>o</sup> Congreso Internacional de Manejo Pastizales. UACH-INIFAP-SOMMAP. Chihuahua, Chih., México. 4 p.

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

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

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

López M., A. 2008. Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar aéreas degradadas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 66 p.

Maestre, F. T., F. Valladares & F. Reynolds J. (2005). Is the change of plant-plant interactions with abiotic stress predictable? A meta-analysis of field results in arid environments. *Journal of Ecology*. 93: 748-757.

Maldonado A., L. J. 1991. El género *Prosopis*, elemento para el manejo integrado de los recursos renovables de las zonas áridas de México, horizonte año 2000. Quinta Reunión Regional América Latina y el Caribe. Red de Forestación Conservación y Mejoramiento de Especies del Genero *Prosopis*. Centro de Investigación para Desarrollo. Mendoza, Argentina.

Maywald, D., E. D. Mc Arthur, G. L. Jorgensen, R. Stevens and S.C. Walker. 1998. Experimental evidence for sex-based palatability variation in forwing saltbush. *J. Range Manage. USA*. 51(6):650-654.

Mittermeir, R. A., N. Myers, J. B. Thomsen and G. A. B. Fonseca. 1998. Biodiversity hot spots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*. 12: 516-520.

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

Molina M., M. 2012. Efecto de nodriza en plantas. Conaf. CEAZA. Universidad de Concepción, Chile.  
<http://centrocientificoceaза.blogspot.mx/2012/07/efecto-nodriza-en-plantas-buscan.html> Consultado el 13 de mayo de 2013.

Niño C., R. 2004. Características del establecimiento de arbustos forrajeros en un sistema silvopastoril. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 53 p.

Ostle, B. 1983. *Estadística aplicada. Técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarlas*. Ed. Limusa. México. p. 84-85.

Padilla R., F. M. 2008. Factores limitantes y estrategias de establecimiento de plantas leñosas en ambientes semiáridos. Implicaciones para la restauración. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Ecosistemas*. 17 (1): 155-159.  
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=514> Consultado el 10 de abril de 2013.

Padilla F., M. and F. Pugnaire L. 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Reviews. The Ecological Society of América. Front Ecol. Environ.* 4 (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. 69 p.

Pérez R., S. G. 2012. Programa de manejo de pastizales. Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 97 p.

Ramos P., A. 2011. El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 70 p.

RISC (Range Inventory Standardization Committee). 1983. Draft standard definitions and terminology. *Rangelands*. 2(4): 165-167. United States of America.

Sánchez M., J. L. 2001. Proyecto de restauración y manejo forestal de una porción de la sierra San Antonio, Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 91 p.

Sarmiento O., F. 2001. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. 1ed. Digital. Ediciones Abya-Yala. Disponible en: <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario/em.htm> Consultado el 10 de abril de 2011.

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

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

Toledo V., M. y M. J. Ordóñez, 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Comp.). Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. UNAM. México. p. 237-257.

UGRJ (Unión Ganadera Regional de Jalisco). 2013. [www.ugrj.org.mx](http://www.ugrj.org.mx) Consultado el 8 de mayo de 2013.

Valladares, F., I. Aranda y D. Sánchez G. 2004. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua, En: F. Valladares (Ed.). Ecología del Bosque Mediterráneo en un Mundo Cambiante. Ministerio del Medio Ambiente, EGRAF, S.A., Madrid. p. 335-369.

Valdez O., L. F. 1986. Levantamiento semidetallado de suelos en el Rancho Los Ángeles. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 108 p.

Vásquez A., R., J. A. Villareal Q. y J. Valdés R. 1989. Las plantas de pastizales del Rancho Experimental Ganadero Los Ángeles municipio de Saltillo, Coahuila. Folleto de Divulgación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Vol. II (8). 20 p.

Vásquez C., D. 2012. Determinación de prácticas agroecológicas del cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) en dos comunidades del municipio de Santiago Atitlán, Mixe, Oaxaca. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 10-11.

Walker, L. R. and R. del Moral. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

White, R., S. Murray and M. Rohweder. 2000. Pilot analysis of global ecosystems: Grassland Ecosystems, World Resources Institute. Washington, D.C: Disponible en: [http://forests.wri.org/pubs\\_description.cfm?PubID=3057](http://forests.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3057). Consultado el 09 de marzo de 2012.

## **APÉNDICES**

Tabla A 1.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de invierno, 22 de enero de 2012.

Variables	Orientación*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	57.89857	73.54537	0	375	375	15.8	0	1.270245	3.655425	R
Crecimiento (cm)	NE	70	90.21244	229.5299	0	792	792	1.05	0	2.544327	85.86083	R
D. menor (cm)	NE	70	3.021429	3.830121	0	15	15	1.75	0	1.267652	1.693878	R
D. mayor (cm)	NE	70	10.37143	11.7357	0	38	38	6.5	0	1.131541	1.573626	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	154.3679	313.538	0	1575	1575	22.75	0	2.031109	6.737363	R
Crecimiento (cm)	SE	70	167.7705	421.5074	0	1920	1920	5	0	2.512404	33.42732	R
D. menor (cm)	SE	70	6.571429	9.901795	0	45	45	3	0	1.506795	2.080952	R
D. mayor (cm)	SE	70	10.35714	11.56868	0	39	39	5	0	1.116976	1.971429	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	259.0049	433.7476	0	1900	1900	10.625	0	1.67467	24.28795	R
Crecimiento (cm)	SO	70	22.46914	34.31123	0	165	165	5.25	0	1.527038	4.207238	R
D. menor (cm)	SO	70	8.375714	10.91894	0	38	38	3	0	1.303643	2.698571	R
D. mayor (cm)	SO	70	12.99714	14.91985	0	50	50	4.75	0	1.147933	2.659248	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	346.6929	614.9833	0	3174	3174	3	0	1.773856	115.5643	R
Crecimiento (cm)	NO	70	28.49286	47.32623	0	180	180	0.5	0	1.660986	56.98571	R
D. menor (cm)	NO	70	9.578571	13.36653	0	46	46	1	0	1.395461	9.578571	R
D. mayor (cm)	NO	70	13.33571	17.33948	0	69	69	1.5	0	1.300228	8.890476	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	275.0714	533.0368	0	3248	3248	0	0	1.937812	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	26.74286	44.43223	0	222	222	0	0	1.661461	0	R
D. menor (cm)	T	70	8.235714	11.90108	0	56	56	0	0	1.445057	0	R
D. mayor (cm)	T	70	12.12857	15.75829	0	58	58	0	0	1.29927	0	R

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

Tabla A 2.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de primavera, 18 de abril de 2012.

Variables	Orientación*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	361.1714	631.243	0	3000	3000	0	0	1.747766	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	47.80571	107.1775	0	782	782	0	0	2.241938	0	R
D. menor (cm)	NE	70	10.81429	14.81411	0	52	52	0	0	1.369865	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	13.63571	17.24712	0	60	60	0	0	1.264849	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	385.1071	622.0228	0	2430	2430	30.625	0	1.615194	12.5614	R
Crecimiento (cm)	SE	70	30.55	49.36263	0	216	216	5	0	1.615798	6.06714	R
D. menor (cm)	SE	70	12.04286	15.39263	0	54	54	5.25	0	1.278154	2.266667	R
D. mayor (cm)	SE	70	13.37143	15.76358	0	50	50	5.25	0	1.1789	2.519728	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	280.6464	446.2658	0	1978	1978	1.125	0	1.590135	249.463	R
Crecimiento (cm)	SO	70	34.32857	71.88724	0	504	504	2.5	0	2.094093	13.7314	R
D. menor (cm)	SO	70	9.035714	11.68094	0	43	43	0.75	0	1.292752	12.04762	R
D. mayor (cm)	SO	70	12.77143	15.08183	0	46	46	0.75	0	1.180904	17.02857	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	368.725	640.939	0	3180	3180	0	0	1.738257	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	35.12857	55.57862	0	245	245	0	0	1.582149	0	R
D. menor (cm)	NO	70	9.721429	13.55975	0	53	53	0	0	1.394831	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	14.09286	17.95996	0	60	60	0	0	1.274401	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	311.5286	545.6605	0	3190	3190	0	0	1.751558	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	21.50357	43.5008	0	222	222	0	0	2.022957	0	R
D. menor (cm)	T	70	9.4	12.48234	0	55	55	0	0	1.327908	0	R
D. mayor (cm)	T	70	12.97143	16.1119	0	58	58	0	0	1.242107	0	R

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

Tabla A 3.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de verano, 23 de julio de 2012.

Variables	Orientación*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	344.3893	541.4236	0	2320	2320	0	0	1.572127	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	45.72143	71.566	0	286	286	0	0	1.565262	0	R
D. menor (cm)	NE	70	9.778571	13.22208	0	40	40	0	0	1.352149	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	14.37857	17.15159	0	58	58	0	0	1.192858	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	256.5893	438.6632	0	2072	2072	6.5	0	1.709593	39.4489	R
Crecimiento (cm)	SE	70	36.18214	56.55128	0	220	220	4.5	0	1.562961	8.02142	R
D. menor (cm)	SE	70	8.6	11.59604	0	37	37	2	0	1.348377	4.271429	R
D. mayor (cm)	SE	70	11.65	14.5127	0	56	56	3.25	0	1.245725	3.558242	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	222.9286	363.7639	0	1440	1440	0	0	1.631751	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	33.94286	63.97846	0	323.5	323.5	0	0	1.884887	0	R
D. menor (cm)	SO	70	7.664286	10.31908	0	32	32	0	0	1.346386	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	10.96429	14.25501	0	48	48	0	0	1.300131	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	356.3286	576.0827	0	2430	2430	62	0	1.616718	5.69884	R
Crecimiento (cm)	NO	70	40.96429	64.8561	0	224	224	9.75	0	1.583235	4.12527	R
D. menor (cm)	NO	70	10.38571	13.14941	0	45	45	4	0	1.266106	2.539286	R
D. mayor (cm)	NO	70	15.16429	16.35359	0	54	54	14	0	1.078428	1.020918	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	308.6786	525.4235	0	2650	2650	0	0	1.70217	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	42.94143	84.40177	0	561	561	0	0	1.965509	0	R
D. menor (cm)	T	70	9.164286	12.79626	0	50	50	0	0	1.396319	0	R
D. mayor (cm)	T	70	12.91429	16.27904	0	53	53	0	0	1.260545	0	R

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

Tabla A 4.- Concentración de datos de cada una de las orientaciones en la estación de otoño, 22 de octubre de 2012.

Variables	Orientación*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NE	70	395.5071	633.2936	0	3053	3053	0	0	1.601219	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	45.83571	72.40926	0	242	242	0	0	1.579756	0	R
Fitomasa (g)	NE	70	267.4277	623.8822	0	3592	3592	0	0	2.332901	0	R
D. menor (cm)	NE	70	11.26429	16.19038	0	71	71	0	0	1.43732	0	R
D. mayor (cm)	NE	70	14.54286	17.02337	0	47.5	47.5	0	0	1.170566	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SE	70	324.4393	551.2144	0	2600	2600	0.5	0	1.698976	648.878	R
Crecimiento (cm)	SE	70	32.22857	53.70489	0	220	220	1	1	1.666375	32.2285	R
Fitomasa (g)	SE	70	434.319	2098.494	0	17375	17375	0.3475	0	4.831688	1249.83	R
D. menor (cm)	SE	70	10.54286	14.92487	0	50	50	0.5	0	1.415638	21.0857	R
D. mayor (cm)	SE	70	12.02143	14.81539	0	52	52	0.5	0	1.232415	24.0428	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	SO	70	282.4572	503.642	0	2745	2745	0	0	1.783074	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	32.2	56.53133	0	246	246	0	0	1.755631	0	R
Fitomasa (g)	SO	70	37077.46	111212.1	0	556832	556832	0	0	2.999453	0	R
D. menor (cm)	SO	70	8.342857	11.68783	0	45	45	0	0	1.400939	0	R
D. mayor (cm)	SO	70	12.57857	16.36797	0	61	61	0	0	1.301258	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	NO	70	321.5286	550.998	0	2000	2000	0	0	1.713683	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	31.86786	57.29628	0	204	204	0	0	1.797933	0	R
Fitomasa (g)	NO	70	110.3719	180.0655	0	748	748	0	0	1.631444	0	R
D. menor (cm)	NO	70	8.842857	13.0846	0	40	40	0	0	1.47968	0	R
D. mayor (cm)	NO	70	12.6	16.90416	0	50	50	0	0	1.3416	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	T	70	196.3714	309.9076	0	1215	1215	0	0	1.578171	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	34.34286	56.98007	0	234	234	0	0	1.659153	0	R
Fitomasa (g)	T	70	128.1077	191.8612	0	661	661	0	0	1.497655	0	R
D. menor (cm)	T	70	6.864286	9.332008	0	30	30	0	0	1.359502	0	R
D. mayor (cm)	T	70	11.4	14.52275	0	45	45	0	0	1.273925	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, 22 de enero de 2012.

Variable	Especie*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	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> )	AS	50	668.9	479.268	54	1645	1591	573.5	342	0.7164803	0.6930776	A
Crecimiento (cm)	AS	50	144.8	211.4638	1.05	792	790.95	67.75	0	1.460739	1.52347	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AA	50	661	762.4917	0	3248	3248	373	0	1.153892	1.464987	R
Crecimiento (cm)	AA	50	303.6	475.3401	0	1920	1920	88	90	1.565492	3.038679	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	25.01	41.6948	0	220	220	5	0	1.667258	4.9696	R
Crecimiento (cm)	PG	50	4.5	4.801785	0	15	15	4	0	1.067063	1.095	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	ASA	50	2.112	5.516484	0	33	33	0	0	2.612219	0	R
Crecimiento (cm)	ASA	50	3.46	17.1318	0	121	121	0	0	4.948813	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	173.41	108.4955	0	384	384	168	0	0.6256591	0.5216072	A
Crecimiento (cm)	OR	50	13.6	6.318099	0	25	25	14	17	0.00464566	0.3728572	A

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

Tabla A 6.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera, 18 de abril de 2012.

Variable	Especie*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Crecimiento (cm)	AC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AN
Crecimiento (cm)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AN
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	901.5	480.1505	225	1978	1753	825	0	0.005326365	0.4617454	R
Crecimiento (cm)	AS	50	124	118.2385	30	782	782	100	0	0.9533827	0.5438	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AA	50	1212	766.1779	0	3190	3190	1008	0	0.006324	0.5644246	R
Crecimiento (cm)	AA	50	91.35	63.29464	0	253	253	93.25	4	0.006928957	0.5229169	A
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	33.49	61.5434	0	225	225	0.5	0	1.837939	66.97	R
Crecimiento (cm)	PG	50	4.06	4.474007	0	11	11	0.5	0	1.101972	8.12	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	ASA	50	4.75	25.15434	0	165	165	0	0	5.301232	0	R
Crecimiento (cm)	ASA	50	1.325	6.749953	0	43.75	43.75	0	0	5.094304	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	238.82	139.2126	0	675	675	226	0	0.005829186	0.431062	R
Crecimiento (cm)	OR	50	16.29	7.233066	0	34	34	16.25	10	0.004440188	0.3476923	A

\*AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

ASA = *Agave salmiana* (salmiana)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Tabla A 7.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano, 23 de julio de 2012.

Variable	Especie*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	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> )	AS	50	833.8	434.8128	0	1800	1800	882	480	0.005214583	0.4244444	A
Crecimiento (cm)	AS	50	120.21	58.64723	0	323.5	323.5	128	0	0.00487861	0.3447109	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AA	50	976.7	651.7903	0	2650	2650	822	0	0.006673257	0.5923114	R
Crecimiento (cm)	AA	50	135.1	87.49538	0	561	561	115.25	0	0.6477301	0.5030802	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	18.38	48.42653	0	264	264	0	0	2.635457	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	3.12	5.247507	0	15	15	0	0	1.681893	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	ASA	50	1.695	5.871778	0	28	28	0	0	3.464176	0	R
Crecimiento (cm)	ASA	50	0.94	3.139024	0	16	16	0	0	3.339387	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	211.7	138.283	0	574	574	212.25	0	0.006531717	0.4965371	A
Crecimiento (cm)	OR	50	16.89	10.09055	0	39	39	16	0	0.005974277	0.498125	A

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

Tabla A 8.- Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño, 22 de octubre de 2012.

Variable	Especie*	N	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	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 (g)	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 (g)	AN	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AS	50	832	435.6753	0	1739	1739	794	420	0.5236294	0.4687783	A
Crecimiento (cm)	AS	50	107.19	56.31228	0	240	240	100	0	0.00525350	0.4419	A
Fitomasa (g)	AS	50	209.5	144.1267	0	612	612	180	180	0.006878898	0.572	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	AA	50	1066.8	692.1393	0	3053	3053	930.5	0	0.006487752	0.5319291	R
Crecimiento (cm)	AA	50	118.9	66.8979	0	246	246	110.5	72	0.005626637	0.4837556	A
Fitomasa (g)	AA	50	354	193.7736	0	836	836	352	396	0.005473826	0.4305675	A
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	PG	50	25.23	60.2795	0	287	287	0	0	2.389675	0	R
Crecimiento (cm)	PG	50	2.82	4.62332	0	14	14	0	0	1.639476	0	R
Fitomasa (g)	PG	50	575	1351.57	0	5388	5388	0	0	2.350576	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	ASA	50	1.06	4.391132	0	24	24	0	0	4.142578	0	R
Crecimiento (cm)	ASA	50	0.48	1.787028	0	8	8	0	0	3.722975	0	R
Fitomasa (g)	ASA	50	348	2457.188	0	17375	17375	0	0	7.069913	0	R
Cobertura (cm <sup>2</sup> )	OR	50	203.3	141.5463	0	585	585	184.5	0	0.006963463	0.6103523	A
Crecimiento (cm)	OR	50	17.68	9.725183	0	40	40	18.25	0	0.005500669	0.4164384	A
Fitomasa (g)	OR	50	517.39	129025	0	556832	556832	348.02	0	2.493781	148.174	R

\*AC = *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

AN = *Atriplex numularia* (numularia)

AS = *Agave scabra* (maguey áspero)

AA = *Agave atrovirens* (maguey manso)

PG = *Prosopis glandulosa* (mezquite)

ASA = *Agave salmiana* (salmiana)

OR = *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Tabla A 9.- Concentración de datos, del análisis global de los parámetros.

VARIABLES	N	Media	D.E.	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Moda	C. V. %	C.D.%	Normalidad
Cobertura aérea (cm <sup>2</sup> )	1400	290.4716	514.4568	0	3248	3248	0	0	0.01771109	0	R
Crecimiento (cm)	1400	44.06157	125.9683	0	1920	1920	0	0	2.858916	0	R
Fitomasa aérea (g)	1400	1900.884	25989.08	0	556832	556832	0	0	13.6721	0	R
Diámetro menor (cm)	1400	8.912357	12.54537	0	71	71	0	0	0.01407638	0	R
Diámetro mayor (cm)	1400	12.71236	15.62053	0	69	69	0	0	0.01228767	0	R