

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**EL NODRICISMO COMO HERRAMIENTA PARA REHABILITAR PASTIZALES
DETERIORADOS**

Por:

ADRIAN RAMOS PINTO

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

“Toda Escritura es inspirada de Dios y provechosa para enseñar, para censurar, para rectificar las cosas, para disciplinar en justicia, para que el hombre de Dios sea enteramente competente y esté completamente equipado para toda buena obra.” (2da. TIMOTEO 3:16, 17)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

EL NODRICISMO COMO HERRAMIENTA PARA REHABILITAR PASTIZALES
DETERIORADOS

TESIS

Por:

ADRIAN RAMOS PINTO

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

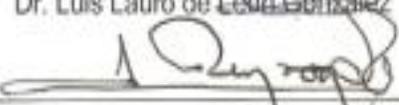
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR

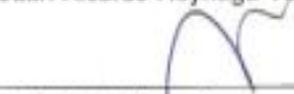
Asesor principal:


Dr. Luis Lauro de León González

Asesor:


Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor:


M.C. Luis Pérez Romero

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE DECIENCIA ANIMAL


Dr. Ramiro López Trujillo



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011

DEDICATORIA

A mis padres:

Isabelino Ramos Jiménez

Papá, gracias, el mejor remedio para esa herida tan grande que tenía fue tu perdón, mi corazón tan duro no me dejaba ver que dentro de aquel hombre había un niño, un niño que no tuvo las mismas oportunidades que yo, cuantas veces anhelaste un cariño y eran escasos, cuantas veces sufriste sin sentido, cuantas veces soñaste. Hoy al escribir estas líneas llegan a mi mente los momentos que hemos estado juntos, las veces en las que te vi reír, llorar, cantar, besar a mamá, regañar a mis hermanos y a mí. Mi querido padre, como nos hemos hecho falta, pido a Dios que estés lleno de salud porque aún tenemos mucho que reír juntos, te amo papa.

Irma Pinto López

Mamá, gracias, eres la mujer que más amo y admiro, aún recuerdo esos momentos difíciles de desesperación, esos días amargos en los que la vida nos moldeaba, recuerdo como supiste poner tu mejor cara y salir adelante, gracias porque dejaste de hacer cosas por nosotros, porque preferiste el sudor y no la derrota, mi mamita linda como la extraño, como me ha hecho falta, no es posible agradecerle en escasas líneas porque para eso se necesita más, pero pido a Dios que la bendiga con salud para poder agradecerle en el transcurso de mi vida.

La mejor herencia que me pudieron dar fue la educación... Gracias.

A mi hermano.

Jesús Jafet

Gracias por aguantar mi ausencia y no estar para ti en esos momentos que necesitabas de un amigo, mi valiente hermano la vida

te espera no te impacientes, aprende a ser niño antes que hombre para que disfrutes lo hermoso de la vida.

A mis hermanas:

Rosí Jacqueline

Gracias, mi pequeña Rosí, con corazón alegre, llena de coraje pero siempre prefiriendo regalar una sonrisa antes que malos ratos.

Isabel

Gracias, teniendo siempre motivos para quererte nos has regalado la dicha de ser tío y a mí, de ver como se cree en la vida.

Deysi

Gracias, porque aún recuerdo los días en los que íbas a la escuela y yo ansioso esperaba la hora de tu llegada para jugar porque eras mi única amiga y confidente y que bueno que aún lo sigas siendo.

A mí abuelo

Gracias, desde niño me enseñaste a trabajar la tierra y es por tí que le tome amor a la agronomía.

A mí abuela

Gracias, porque me cuidaste en los años que viví a tu lado, cuantas veces te mire mal, cuanto me has enseñado mamá Rosa.

A Raúl

Gracias tío, porque desde que eras estudiante recuerdo que me apoyabas y desde ahí nacían las ganas de querer ser generoso como tú, gracias por el apoyo que me diste en el transcurso de mi carrera.

Dedico este trabajo a mi familia en general, a mis primas, mis primos, mis tías y mis tíos que por bendición de Dios somos una familia grande. Gracias porque siempre conté con el apoyo de cada uno de ustedes, a ninguno excluyo todos son importantes para mí y también por ustedes soy lo que soy.

A mis amigos de la infancia:

Luis (lícho), Oscar (cuija), William (montilla) (†). Los conocí de niños, ojalá que siempre siga contando con ustedes. Cuija gracias por todo, lícho aun al pendiente de mí, gracias y montilla te me adelantaste viejo pero sé que nos volveremos a encontrar, gracias.

A mi novia:

Ruth. Después de varios años sin verte la vida te puso de nuevo en mi camino, agradezco a Dios por eso y aún en la distancia has sabido esperarme y demostraste que eres mi amiga antes que mi novia. A pesar de la distancia soy feliz a tu lado, te amo y qué hay de malo en ser extraño amor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la dicha de despertar cada día de mi vida con salud y así tener la fuerza suficiente para aprender de las cosas de cada día y de mis errores.

A mis asesores:

Dr. Luis Lauro de León González. Por la confianza y el apoyo en la realización de este trabajo, por el tiempo y por el incansable empeño en enseñarme que las cosas se deben hacer bien para que perduren para siempre.

Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdez. Por el apoyo, la confianza y el tiempo brindado en la comprensión de los datos estadísticos de este trabajo y por el interés que mostro para finalizar este trabajo.

Al personal del Departamento de Recursos Naturales Renovables: Jesús Cabrera Hernández y Francisco de Asís García Martínez por su apoyo en la toma de datos de campo.

A mi “ALMA TERRA MATER” por ser una institución noble que me dio la oportunidad de formarme como profesionalista y a los profesores que con paciencia forjaron mi aprendizaje día a día, gracias.

A mis compañeros de cuarto:

Agustín. Pues que puedo decir de ti amigo Gutí si fuiste a todo dar conmigo sólo resta decir gracias por todo lo que me aguantaste, sólo una cosa: aprende a decir no.

Fabían. El serio fabo, que bueno que al final de la carrera encontraste alguien que supo cómo sacarte las risas, gracias por todo amigo.

Alejandro. Gracias jano, por los momentos vividos y por aguantar mis charlas.

José, Juan y Erik, Gracias

A mis compañeros de la generación CX de Ingenieros Agrónomos Zootecnistas en especial a Ana Belly, Teresa, San Juan y Soto. Gracias por su amistad.

A la Rondalla Universitaria. Agradezco a todos los integrantes por lo que lograron enseñarme durante este viaje, en especial a Eybí, Marcos y Eduardo, gracias por su comprensión.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Palabras claves.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Definición de Términos.....	4
Importancia de la Vegetación.....	6
Aspectos Básicos de las Zonas Áridas y Semiáridas de México.....	7
El Deterioro de los Pastizales y Métodos de Rehabilitación.....	8
Control manual y mecánico.....	9
Control químico.....	10
Control biológico.....	10
Control pírico.....	11
Siembra y resiembra de pastizales.....	11
Los Arbustos en la Rehabilitación.....	12
Importancia de las Plantas Nodrizas.....	12
Islas de Fertilidad.....	13
Los Pastizales en el Futuro.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
Descripción del Área de Estudio.....	16
Ubicación.....	16
Clima.....	17
Suelos.....	17
Vegetación.....	17

Materiales.....	18
Nomenclatura de los Tratamientos.....	18
Metódica.....	19
Plantación.....	20
Toma de Datos.....	20
Parámetros Evaluados.....	21
Sobrevivencia.....	21
Crecimiento.....	21
Cobertura Aérea.....	21
Fitomasa Aérea.....	21
Abono.....	22
Diseño y Análisis Estadístico.....	22
Estadística Descriptiva.....	22
Estadística Comparativa.....	23
Estadística Correlacional.....	23
Estadística Integral.....	23
Análisis de factores.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
Estadística Descriptiva.....	24
Efecto en la Orientación Geográfica Bajo el Dosel de la Planta	
Nodriza.....	24
Estación de invierno, 04 de febrero de 2009.....	24
Cobertura aérea de todas las especies.....	24
Crecimiento de todas las especies.....	24
Estación de primavera, 19 de mayo de 2009.....	25
Cobertura aérea de todas las especies.....	25
Crecimiento de todas las especies.....	26
Estación de verano, 18 de agosto de 2009.....	27
Cobertura aérea de todas las especies.....	27
Crecimiento de todas las especies.....	27

Estación de otoño, 09 de noviembre de 2009.....	28
Cobertura aérea de todas las especies.....	28
Crecimiento de todas las especies.....	29
Fitomasa aérea de todas las especies.....	29
Cobertura y Crecimiento por Especie en las Cuatro Estaciones del Año.....	30
Estación de invierno, 04 de febrero de 2009.....	30
Estación de primavera, 19 de mayo de 2009.....	31
Estación de verano, 18 de agosto de 2009.....	32
Estación de otoño, 09 de noviembre de 2009.....	34
Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año	35
Comparación de Medias en las Cuatro Estaciones del Año de Acuerdo a la Orientación Geográfica para Todas y Cada una de las Especies.....	35
Efecto del Abono Sobre el Establecimiento de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.....	37
Estadística Comparativa.....	38
Sobrevivencia.....	42
Estadística Correlacional.....	44
Correlación de Variables.....	44
Estadística Integral.....	45
Análisis de Factores.....	45
V. DISCUSIÓN.....	47
Cobertura Aérea	47
Crecimiento.....	48
Fitomasa Aérea.....	49
Abono.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. LITERATURA CITADA.....	53
APÉNDICE.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
Núm.		
1	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) de todas las especies en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo.....	36
2	Comparación de medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo.....	36
3	Comparación de medias para cobertura aérea (cm ²) por especie en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	36
4	Comparación de medias para crecimiento (cm) por especie en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.....	37
5	Prueba de Chi- cuadrada sobre el efecto del abono de borrego para las cuatro estaciones del año.....	37
6	Medias para las variables: cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), durante la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	38
7	Medias para las variables: cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), durante la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	39
8	Medias para las variables: cobertura aérea (cm ²) y crecimiento (cm), durante la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	40
9	Medias para las variables: cobertura aérea (cm ²), crecimiento (cm) y fitomasa (g) durante la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).	41
10	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Noreste.....	42
11	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Sureste.....	42
12	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la	

	estación de otoño de 2009, con orientación Suroeste.....	43
13	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Noroeste.....	43
14	Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo en la estación de otoño de 2009.....	44
15	Correlación entre las variables en estudio.....	45
16	Análisis de factores para todo el año 2009 ($P > 0.04$).....	46
A1	Concentración de datos de la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	61
A2	Concentración de datos de la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	62
A3	Concentración de datos de la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	63
A4	Concentración de datos de la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	64
A5	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	65
A6	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	66
A7	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	67
A8	Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Núm.		Página
1	Localización geográfica del rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.....	16
2	Planta nodriza.....	20
3	Medias para cobertura aérea (cm ²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	24
4	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	25
5	Medias para cobertura (cm ²) aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	26
6	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	26
7	Medias para cobertura aérea (cm ²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	27
8	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	28
9	Medias para cobertura (cm ²) aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	28
10	Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	29

11	Medias para fitomasa aérea (g) aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo (09 de noviembre de 2009).....	30
12	Medias en cobertura aérea (cm ²) de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	30
13	Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).....	31
14	Medias en cobertura aérea (cm ²) de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	32
15	Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).....	32
16	Medias en cobertura aérea (cm ²) de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	33
17	Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009).....	33
18	Medias en cobertura aérea (cm ²) de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	34
19	Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).....	34
20	Medias en fitomasa aérea (g) de cada una de las especies (09 de noviembre de 2009).....	35

I. INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los cinco países llamados mega diversos y junto con China, India, Colombia y Perú representan entre el 60 y 70 por ciento de la diversidad biológica conocida del planeta. La diversidad de México es el resultado de una compleja topografía y geología, además de los climas y microclimas diferentes que se encuentran en todo el territorio.

Esta diversidad biológica tiene sus cimientos en las zonas ecológicas y en lo que respecta a todo el territorio mexicano, se han categorizado cinco zonas ecológicas. Para clasificar las zonas ecológicas se basaron en el clima, suelo y vegetación. Las zonas ecológicas de México son: Árida y Semiárida, Tropical Húmeda, Tropical Seca, Templada y Montañosa. La zona Árida y Semiárida es la que más superficie en millones de hectáreas ocupa (80.04), lo irónico de esto es que esta sostiene aproximadamente la tercera parte de los bovinos, sin contar a los caprinos que están bien adaptados a estas zonas; aunado al clima que es estepario y desértico y la precipitación varía de 100 a 500 mm anuales, lo que dificulta la producción de forraje para la ganadería.

Esta forma indirecta o directa de usar a los bovinos y otras especies, como fuente de alimento e ingreso al humano, ha llegado a un punto en el que es de suma importancia señalar y estudiar el buen manejo de los recursos y además, es preciso mencionar el efecto resultante de un inconsciente uso del pastizal (mal manejo), por lo que los factores que fueren (sobrepastoreo, sacrilegio de especies, etc.) trae consigo problemas de erosión que afectan directamente a la madre tierra. La erosión reduce la humedad del suelo acentuando las condiciones de aridez, siendo esto solamente un preludio para limitar el frágil hábitat de especies de flora (de las que depende la ganadería extensiva) y fauna que integran un pastizal.

Como ya se mencionó anteriormente, México es un país mega diverso, pero la situación global en la que estamos inmersos hoy en día se torna muy difícil, la evidencia de los hechos nos dice que la sobrepoblación humana está llevando al límite la diversidad con la que cuenta México.

Tal vez, aún no hemos entendido bien que somos dependientes de la salud de los pastizales, bosques y selvas y que de ellos depende un sin número de especies de flora y fauna y cualquier conocimiento que ayude a la prevención, protección y "rehabilitación", como es el caso de este trabajo, debe ser considerado como un conocimiento que puede conmutar el deterioro de los pastizales. Por lo anterior, el fin de este trabajo es aportar conocimientos que ayuden a la rehabilitación de zonas deterioradas por un mal manejo.

Palabras claves: Arbusto, Islas de fertilidad, Pastizales, Rehabilitación, Nodricismo, Zonas áridas.

Objetivo General

- Evaluar el nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados.

Objetivos Específicos

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

Hipótesis

Ha. Al evaluar sobrevivencia de arbustos forrajeros con nodriza, será menor el número de plantas comparado con el testigo.

Ha. Al evaluar la orientación geográfica bajo el dosel de la especie nodriza, tendrá efecto menor en la sobrevivencia de arbustos forrajeros.

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

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

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

Ha. Al evaluar la fitomasa aérea de arbustos forrajeros con nodriza al final del año, será menor comparada con el testigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Definición de Términos

A continuación se enlistan algunas definiciones de términos que serán de gran utilidad para el entendimiento de este trabajo.

Aprovechamiento sustentable: Es la utilización de los recursos naturales, respetando tanto la integridad funcional como las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos (INEGI-SEMARNAP, 1999).

Arbusto: Planta leñosa, generalmente con menos de tres metros de altura, cuyo tallo se ramifica desde la base (Rzedowski, 1978).

Erosión: Una pérdida gradual del material que constituye el suelo, al ir siendo arrastradas las partículas (disgregadas, arrancadas y transportadas) hacia otras superficies (Porta *et al.*, 2003).

Establecimiento: Evento seguido después de haber dispersado las semillas para la colonización de nuevas áreas en que el individuo (o unos pocos individuos) toman raíces en el sitio y germinan reclutando nuevos individuos para su ocupación efectiva (Sarmiento, 2001).

Hábitat: Es el lugar en el que vive una especie dada. En sentido estricto, es el conjunto de los elementos del paisaje utilizado por la especie, aunque sean de diferente tipo (Burel y Baudry, 2002).

Islas de fertilidad: Son cúmulos de suelo que tienen su origen en la depositación y estabilización de las partículas bajo el dosel de las plantas. Las islas de fertilidad presentan propiedades físicas, químicas y biológicas diferentes a las de áreas adyacentes como: baja densidad aparente, alta capacidad de retención de humedad, mayor aireación, textura fina, agregados de textura estable y altos niveles de nutrimentos que benefician el crecimiento continuo de las comunidades microbianas (Zúñiga *et al.*, 2005).

Mantillo: Capa superior del suelo, formada en gran parte por la descomposición que sufren ramas, hojas, flores y frutos (Niembro, 1986).

Mejoramiento de pastizal: Son los tratamientos y estructuras especiales utilizados para rehabilitar los recursos del pastizal y facilitar su uso por los animales en apacentamiento (Vallentine, 1977).

Pastizal: Tierra no cultivable que proveerá las necesidades de vida para animales que apacentan y ramonean (Holechek *et al.*, 1989).

Planta nodriza: Es una planta que provee protección a sus plántulas y que puede secundar a las de otras especies en un ambiente inhóspito mientras ella crece lo suficiente para resistir las condiciones de su medio (Steenbergh y Lowe, 1969).

Rehabilitación: se entienden todas las labores que se realizan en los pastizales con el fin de mejorar su composición y su rendimiento (Jiménez y Zaragoza, 1990).

Remediación: Es un conjunto de acciones necesarias que se ponen en práctica para realizar la limpieza de descarga o sospecha de descarga de algún contaminante, incluyendo sin limitaciones la realización de una evaluación preliminar, investigación del sitio, determinación del alcance del problema, análisis de factibilidades y acciones correctivas (INE, 1996).

Restauración ecológica: Es un proceso con principios y experiencias, en el que se busca recuperar ecosistemas degradados basados en términos de su estructura, función, diversidad y dinámica de un ecosistema específico (Groom *et al.*, 2006).

Sucesión: Cambio gradual de las especies que ocupan determinada área, algunas invaden y prosperan y por otro lado otras declinan y desaparecen (Nebel y Wright, 1999).

Vegetación: Es la suma total de todas las plantas vasculares en una comunidad específica (Huss y Aguirre, 1976).

Zonas áridas: Áreas cuya precipitación pluvial es menor de 350 mm anuales con una distribución de las lluvias errática; la temperatura media anual oscila entre 15 y 25 °C y tiene de 8 a 12 meses de sequía. La cubierta vegetal es menor a 70 por ciento y está dominada por xerofíticas (Jaramillo, 1994).

Importancia de la Vegetación

Si a la vegetación la caracterizamos como un ente integrador y como resultado de un proceso inherente, en el cual factores del medio físico la moldearon en el paso de la historia, no nos queda duda de lo medular que resulta su conocimiento, no sólo como un punto infalible en la identificación y caracterización del medio natural, sino también para la planificación de las actividades agropecuarias y forestales.

La vegetación mantiene la vida en la tierra, la cubierta vegetal protege y crea de manera parcial el suelo, acumulan, distribuyen agua y modifica localmente el clima. En sentido literal una región no puede funcionar como ambiente vivo sin plantas, pues es la única forma de convertir la energía solar, los minerales y la humedad en compuestos de los que pueden beneficiarse los animales (Curry, 1974).

Santa (2001) menciona que la vegetación libera al aire del exceso de dióxido de carbono oxigenando la biósfera, protege contra la erosión hídrica y eólica y da refugio a animales y plantas, conservando de esta manera la biodiversidad, siendo este el verdadero indicador del potencial genético y de la variedad de los ecosistemas.

La vegetación compuesta por especies arbustivas y arbóreas proporciona un hábitat para el ganado y la fauna, además de frutos para la alimentación de personas. Tiene funciones muy importantes a largo plazo, como la de evitar la erosión del terreno, favorecer la infiltración e iniciar las cadenas alimenticias

mediante la fotosíntesis y por ende, ser la fuente de alimentación del ganado y la fauna silvestre (Jaramillo, 1994).

Rzedowski, (1978) menciona que el avance, tanto tecnológico como científico, requiere conocimientos mucho más exactos acerca de los recursos naturales disponibles y uno de estos recursos es precisamente la cubierta vegetal.

En consecuencia el papel que protagoniza la vegetación en la actualidad es el siguiente: para la ganadería y la agricultura permanente, es un obstáculo que se debe eliminar; en cambio para la ganadería y la agricultura semipermanente, es un recurso más que importante imprescindible para ser mejorado, manejado y conservado (López, 1995).

Aspectos Básicos de las Zonas Áridas y Semiáridas de México

Uno de los problemas evidentes de las zonas áridas y semiáridas de México es la baja productividad en el sector agropecuario y la explotación irracional de los recursos naturales, ocasionando un nivel inadecuado de vida por parte de las personas que habitan estas zonas ecológicas.

Es relativamente pequeña la superficie que se utiliza para labores de cultivo, por lo que existe un mayor número de hectáreas de pastizal debido a las condiciones mismas que le impone el terreno. Entonces, podemos decir con seguridad que las regiones áridas y semiáridas son propias para la ganadería y están muy limitadas a la agricultura, ya sea ésta de temporal o de riego.

Jaramillo (1994) menciona que las comunidades vegetales que sobreviven en estas regiones están constituidas principalmente por especies arbustivas, formando matorrales y gramíneas que dan lugar a los pastizales.

A continuación se enlistan algunos puntos por los cuales se caracterizan las zonas áridas:

- ✚ Temperaturas extremas muy altas en primavera y verano y muy bajas en invierno.

- ✚ Insolación y evaporación alta con poca humedad ambiental.
- ✚ Baja precipitación pluvial y mala distribución en ocasiones.
- ✚ Lluvias torrenciales y largos períodos de sequía.

Las regiones áridas y semiáridas tienen un clima estepario o semiseco y desértico; están constituidas por lomeríos, montañas y grandes planicies, siendo la vegetación más importante el pastizal mediano abierto. La altura sobre el nivel del mar varía de 0 a 2400 metros sobre el nivel del mar y la precipitación de 50 a 600 mm anuales con una temperatura media de 22°C (Cantú, 1990).

El Deterioro de los Pastizales y Métodos de Rehabilitación

El hombre al eliminar parte de la vegetación original, literalmente cambia las reglas del juego por las que se regía un ecosistema y esto es por un agente que no estaba incluido en el ecosistema primitivo o algún otro factor, entonces resultan otras especies favorecidas que al crecer, rápidamente se van adaptando desplazando a la población original (Margalef, 1998).

La explotación abusiva de los recursos naturales produce la extinción de especies debido a que se agotan sus poblaciones y la utilización del recurso supera la tasa de renovación. El corte de la cubierta vegetal por el diente del ganado, el tiempo de regeneración y la compactación producida por su pisoteo han desertificado un gran número de vegetación (Olalla, 2001).

Las grandes extensiones de pastizales nativos y de matorrales existentes en el norte de México han sido degradadas debido al sobre apacentamiento. En estas zonas uno de los factores limitantes de mayor importancia es la humedad disponible para el establecimiento y producción de especies forrajeras ya que la precipitación durante el año es escasa y su distribución es incierta (Morales *et al.*, 2008).

El deterioro de los recursos del pastizal es un problema que conlleva a una disminución de producción animal, esto es debido a la sobrepoblación por parte de diferentes especies de animales domésticos.

Los animales en apacentamiento modifican el sistema productivo del pastizal por la defoliación que ejercen sobre las plantas, en parte por comerlas y por otro lado el daño físico que le causan (Heady, 1975).

Luna *et al.* (1985) mencionan que una acción a seguir para amortiguar el deterioro de los pastizales, es la siguiente: disminuir las poblaciones de ganado, ya que al haber menos animales apacentando estos tendrán la oportunidad de consumir la mayor cantidad de forraje y llenar sus requerimientos nutricios, por lo que esto se verá reflejado en un mayor incremento de peso y un aumento del número y peso de crías destetadas.

El proceso de sucesión secundaria puede ser más rápido con la ayuda de algunos métodos de rehabilitación y esto es de mayor conveniencia que dejar que el proceso de sucesión secundaria natural cambie el estado del ecosistema.

Hay varias maneras en que la vegetación puede ser alterada para rehabilitar a los pastizales y es por medio de los controles: manual, mecánico, químico, biológico y pírico (Stoddart *et al.*, 1975).

Berlijn *et al.*, (1983) mencionan al **control manual y mecánico** como uno solo, en el que para controlar hierbas y arbustos en pequeñas extensiones de terrenos se puede efectuar usando machetes, hachas, talaches, azadón, sierra, entre otras. Entre las máquinas que se utilizan para el control de arbustos y malas hierbas en grandes extensiones cabe mencionar las siguientes:

- ✚ Hojas limpiadoras.
- ✚ Cadenas pesadas.
- ✚ Rastra de discos.
- ✚ Arado cortador de raíces.

- ✚ Cortador de tallos.
- ✚ Segadora convencional.
- ✚ Cortadora rotativa.

Control químico. Éste implica el uso de herbicidas de contacto no selectivos como petróleo y diesel, herbicidas traslocables de aplicación foliar y herbicidas traslocables en su presentación granular (Sierra *et al.*, 2008).

Heady (1975) menciona que un herbicida ideal debe cumplir con los requisitos siguientes:

- Acción selectiva
- Aplicación económica
- Fácil de manejar
- Resultados seguros
- No tóxicos para el ganado
- Que no sea acumulativo

Control biológico. Este método tiene como objetivo matar a una planta mediante el consumo o por medio de enfermedades ocasionadas por: insectos o animales en pastoreo.

Stoddart *et al.* (1975) mencionan que los insectos han sido utilizados para controlar malezas y arbustos en varias partes del mundo, por ejemplo el control del nopal en Australia. El problema de esto es que su uso es limitado y será intentado solamente cuando se hayan realizado estudios muy cuidadosos.

Los animales en apacentamiento pueden ser selectivos y reducir o eliminar una planta del ecosistema, esta reducción o eliminación debería verse reflejada en una mayor densidad, producción y vigor de las especies asociadas. El control biológico puede ser atractivo para la mayoría de las personas porque tiene una alta efectividad, sin embargo, el éxito depende del tipo de búsqueda y es aquí donde su eficiencia es relativamente baja (Scifres, 1980).

Para el control de animales en apacentamiento, sólo se esperarían buenos resultados si existe una combinación adecuada del tipo de animales que se van a pastorear, la época de pastoreo y la carga animal adecuada (Cantú, 1984).

Control pírico. El fuego ha afectado los ecosistemas de bosques y pastizales naturalmente por siglos, teniendo efectos sobre el suelo, la vegetación y la fauna.

Es un agente destructor pero, también es un factor ecológico importante con mayor o menor frecuencia, necesario para mantener la estructura y función de la mayoría de los ecosistemas ya que juega un papel crucial en la sucesión ecológica. Los incendios ayudan a que la vegetación tenga diferentes edades en distintos sitios, con un grupo de especies predominando en ciertas partes provocando así heterogeneidad y favoreciendo la diversidad. Los incendios han ocurrido naturalmente durante millones de años, las plantas están adaptadas al fuego y este favorece el reciclaje de nutrientes para su aprovechamiento posterior (Rodríguez *et al.*, 2002).

Guillén y López (2007) mencionan que el fuego moldea y mantiene los pastizales, es una herramienta de manejo que puede ayudar a restaurar la cobertura vegetal, pero también es importante saber que posee el riesgo de incremento de erosión y la posterior degradación del suelo.

Siempre que se utiliza el fuego como mejorador de pastizales, posteriormente se debe seguir con un descanso hasta que los zacates tengan suficiente crecimiento hasta llegar a un estado de recuperación y puedan ser apacentados sin dañarlos.

Siembras y resiembras de pastizales. Estos pueden mejorarse mediante siembra natural y artificial, esta última se aplica cuando la sucesión secundaria resulta casi imposible, en pocas palabras, cuando el pastizal está completamente degradado. Sembrar plantas naturalmente es un proceso mismo de la naturaleza que se lleva a cabo con el uso de técnicas de manejo

como: pastoreo, descanso, rotación, carga animal adecuada, combate de arbustos y distribución apropiada del ganado.

El manejo erróneo que se les da a los pastizales ha provocado una disminución en su cubierta vegetal, esto significa una baja producción de forraje y por lo tanto una baja capacidad de carga animal. Cuando la cubierta vegetal no puede recuperarse por medios naturales se hace necesaria la siembra de zacates o el transplante de arbustos para restaurar la producción de forraje y la capacidad de carga animal Morales *et al.* (2008).

Por otra parte, la siembra inducida es por métodos mecánicos que regularmente son más caros y son menos propensos a establecerse. Por ende, si es factible el mejoramiento mediante la siembra natural, se recomienda más que la siembra artificial (Huss y Aguirre, 1976).

Los Arbustos en la Rehabilitación

La utilización de los arbustos en la restauración ha sido comprobada en diferentes áreas del mundo dando resultados importantes para el mejoramiento de pastizales, por ejemplo en estepas semiáridas, áreas de alta montaña, bosques tropicales secos, matorrales áridos, salinas costeras y sabanas a nivel mundial (Padilla, 2007).

Niembro (1986) cita que los árboles y arbustos controlan la temperatura ambiental, debido a que la radiación solar es absorbida y reflejada por el follaje modificando las temperaturas extremas de una localidad determinada. En otras palabras, en lugares donde hay vegetación, la temperatura es menos drástica que en zonas desprovistas de vegetación. Los árboles y arbustos regulan el ciclo hidrológico, liberan oxígeno al medio ambiente y proporcionan un hábitat y alimento a la fauna silvestre. También favorecen la fertilidad del suelo por medio de la descomposición que sufren las raíces, los tallos, las ramas, las hojas, las flores y los frutos. Todos estos órganos de las plantas integran el mantillo que más tarde se transformará en rico suelo vegetal.

Importancia de las Plantas Nodrizas

El nodricismo es utilizado en varias regiones del mundo para plantas perennes y anuales, debido a los beneficios que se obtienen bajo el dosel de una planta nodriza. Sin embargo, hay que mencionar que las causas del proceso y el número de especies que tienden a establecerse de esta manera no han sido estudiados a profundidad. Una de muchas hipótesis ha considerado el efecto que causa el micro hábitat de las plantas nodrizas al suelo.

Sin embargo, muchos son los factores que controlan la supervivencia de las plantas, uno de ellos es la humedad del suelo. Hay un valor mínimo de humedad en el suelo que no es suficiente para que las plantas sobrevivan, esto sucede cuando las capas del suelo están tan secas que las raíces no son capaces de tomar el agua almacenada en él. En contraste, por encima de ese valor crítico hay más probabilidad que la planta sobreviva.

El nodricismo tiene influencia positiva al establecer plantas forrajeras bajo el dosel de *Larrea tridentata* ya que existe una mayor supervivencia de las especies plantadas (Paz, 2009).

El grado de establecimiento lo determina el umbral de humedad del suelo ya que tiene implicaciones para la dinámica de las poblaciones en lugares con una alta variabilidad de las precipitaciones (Padilla, 2007).

Islas de Fertilidad

Perroni (2007) reportó que los suelos de sitios abiertos tienen menor entrada de materia orgánica y por ende una baja descomposición, por otro lado existe una mayor acumulación de C y N en las islas de fertilidad y existe una diferencia atribuible a la especie dominante, en los mecanismos de acumulación de C y N disponible.

Dentro de las características de una población se deben de identificar aquellas que puedan favorecer y producir un cambio más dinámico y estas las reúnen las islas de fertilidad, originadas debajo de los arbustos maduros donde pueden

llegar a considerarse como un sitio seguro para el establecimiento y crecimiento de nuevos individuos pues juega un papel importante con otros factores ambientales para el proceso de establecimiento de una especie (Pérez *et al.*, 1992a).

García (1988) menciona que los suelos de las islas de fertilidad difieren a los de áreas adyacentes en contenido de materia orgánica, humedad, capacidad de infiltración, resistencia a la penetración, textura, nitrógeno total y potasio intercambiable y que aparte de mostrar características edáficas también muestra mejores características florísticas ya que constituye un banco de semillas de plantas de pastizales.

Pérez *et al.*, (1992b) mencionan que existen factores que pueden ser modificados por el hombre para influir en la dirección del proceso de reconstrucción de un ecosistema, prácticas que deben tener principios ecológicos para lograr mejores resultados y en este sentido las islas de fertilidad son óptimas para esta práctica.

Los Pastizales en el Futuro

Cantú (2010) menciona que para una buena planeación, utilización y rehabilitación de los pastizales, el primer paso que debe seguirse es el de tener un conocimiento adecuado de las zonas de pastizales y también una estrecha relación con otras disciplinas (Ciencia Animal, Agrostología, Dasonomía, Ecología, Sensores Remotos, Fisiología Vegetal, Taxonomía, Fauna Silvestre, Edafología, Economía, Sistemas de Información Geográfica), para tener un buen manejo de los pastizales.

El futuro de los pastizales es vital, cuando ya no sea posible alimentar al ganado con granos de cereales, es más que evidente pensar dónde se engordaría de forma intensiva a los animales.

Por eso, no en un futuro sino ahora, se requiere de estudios e investigaciones sobre sistemas integrales de apacentamiento y manejo, sobre el uso de nuevas

tecnologías como los modelos de simulación y otras disciplinas con las que tiene una estrecha relación el manejo de pastizales.

Pero sobre todo, se debe invertir en la educación de los ingenieros agrónomos jóvenes, que son el futuro real del manejo de pastizales y que velarán por la alimentación del mañana (LeRoy, 2005).

Ten cuidado de las cosas de la tierra; haz algo, corta leña, labra la tierra, planta nopales, planta magueyes, tendrás que beber, que comer, que vestir, con eso andarás, con eso se hablará de ti, se te alabará, con eso te darás a conocer.

Huehetlatolli

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

Ubicación

La investigación inició en el año 2005 y este trabajo es el resultado de los datos obtenidos en el año 2009; el estudio se realizó en el Rancho **La Minita**, municipio de Saltillo Coahuila, propiedad del Ingeniero Roberto Rodríguez Valdés, ubicado a los $25^{\circ}11'00''$ de latitud norte y $101^{\circ}04'15''$ de latitud oeste, con una altitud de 2000 msnm. La forma de llegar al predio es tomando la carretera federal número 54 tramo Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas; de Saltillo, 36 km al sur se localiza el Ejido Agua Nueva y de éste un kilómetro al oriente, por camino de terracería, se encuentra el Rancho **La Minita** (CETENAL, 1975).

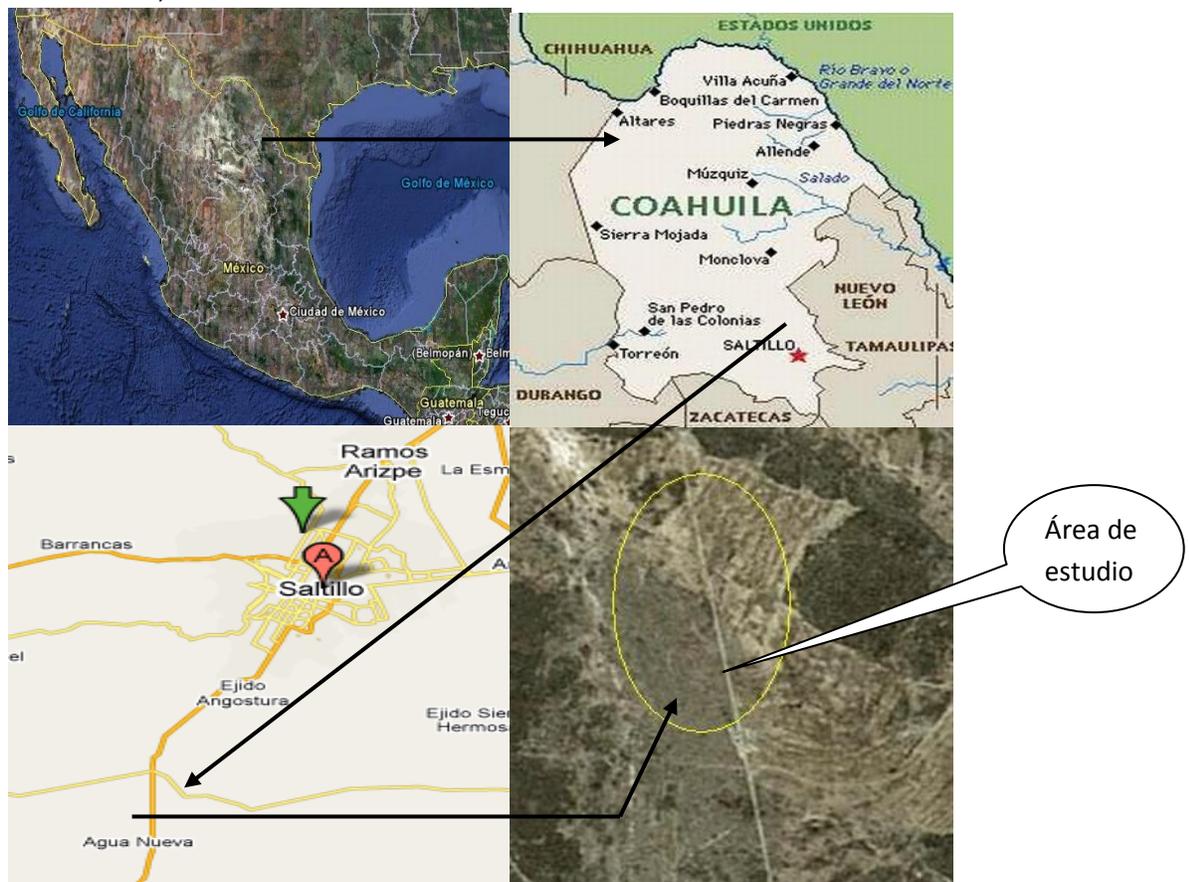


Figura 1. Localización geográfica del rancho La Minita, municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Clima

Se ha categorizado como muy seco y semicálido muy extremo, las lluvias generalmente tienen presencia en la estación de verano y en épocas de lluvia la sequía es corta. La precipitación promedio anual es de 300 mm, la temperatura promedio anual registrada es 19.2 °C (Vargas, 1990).

Suelos

CETENAL (1976) reporta que las unidades de los suelos característicos del Rancho La Minita son rendzina y litosol.

Vegetación

La Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero – COTECOCA (1979) reporta la vegetación existente: Bosque aciculifolio, pastizal amacollado, pastizal mediano abierto y matorral inerme parvifolio. Esta vegetación está integrada por un número de especies de gramíneas, cactáceas y agaváceas como ejemplo:

- ✚ Navajita azul (*Bouteloua gracilis*)
- ✚ Navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*)
- ✚ Banderilla (*Bouteloua curtipundula*)
- ✚ Popotillo azucarado (*Bothriochloa saccharoides*)
- ✚ Tres barbas (*Asistida* sp.)
- ✚ Gigante (*Leptochloa dubia*)
- ✚ Tempranero (*Setaria macrostachya*)
- ✚ Amor (*Eragrostis trichodes*)
- ✚ Cortadillo (*Nolina cespitifera*)
- ✚ Nopal cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*)
- ✚ Guapilla (*Agave striata*)
- ✚ Lechugilla (*Agave lechugilla*)
- ✚ Palma samandoca (*Yucca carnerosana*)
- ✚ Sotol (*Dasyilirion palmeri*)

Materiales

Esta investigación tiene su inicio en el año 2005 cuando se determinó la planta nodriza y se hizo la plantación de los arbustos. El pasante Antonio López Monjaráz (López, 2008) evaluó el año 2006; el segundo año, correspondiente a 2007, fue evaluado por el pasante Fausto Constantino Paz Guzmán (Paz, 2009). El tercer año, 2008, fue analizado por Gumersindo Cruz Manuel (Cruz, 2009). Todos ellos con el propósito de obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. En el estudio se utilizó como planta nodriza la gobernadora (*Larrea tridentata*) y las siete especies arbustivas que se plantaron y evaluaron fueron: mezquite (*Prosopis glandulosa*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*) maguey manso (*Agave atrovirens*), maguey áspero (*Agave scabra*) maguey salmiana (*Agave salmiana*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*). Con la finalidad de no ser redundante en el tema, se optó por omitir la descripción de las especies antes mencionadas.

Materiales usados como apoyo en la toma de datos en el campo:

- * Lápiz
- * Libreta
- * Calculadora
- * Cinta métrica
- * Vernier
- * Bolsa de plástico
- * Balanza analítica
- * Cámara fotográfica

Nomenclatura de los Tratamientos

Fueron categorizados de esta manera

To= Testigo

T1= Noreste (NE)

T2= Sureste (SE)

T3= Suroeste (SO)

T4= Noroeste (NO)

A las especies se les asignó la nomenclatura siguiente:

Ac= *Atriplex canescens* (costilla de vaca)

An= *Atriplex numularia* (numularia)

As= *Agave scabra* (maguey áspero)

Aa= *Agave atrovirens* (maguey manso)

Pg= *Prosopis glandulosa* (mezquite)

Asa= *Agave salmiana* (maguey salmiana)

Or= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero)

Metódica

El pasante que dio inicio a este trabajo junto con su asesor principal, primeramente determinaron la especie nodriza que ayudaría a establecer, bajo su dosel, a los arbustos propuestos para el estudio. Para esto se utilizó como herramienta el método Punto Central de Cuadrante, resultando ser la gobernadora (*Larrea tridentata*) la especie con mayor densidad. Dando seguimiento a la metódica se procedió a plantar los arbustos que serían puestos a estudio, siendo siete especies en total las cuales fueron las siguientes: maguey manso (*Agave atrovirens*), maguey áspero (*Agave scabra*) maguey salmiana (*Agave salmiana*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), numularia (*Atriplex numularia*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). Estas especies se plantaron en uno de los cuatro

diferentes rumbos cardinales (NE, SE, SO y NO) bajo el dosel de la especie nodriza (gobernadora) en líneas que contenían 10 individuos por especie.

Plantación

La fecha de plantación fue el mes de octubre del año 2005 (Fig. 2). Fueron plantados 280 individuos en 28 líneas, cada línea tenía un total de 10 plantas nodriza y bajo su dosel se plantaron individuos de la misma especie y en el mismo rumbo cardinal. Para poder demostrar las hipótesis, se plantaron diez plantas testigo de cada especie en siete líneas, pero sin considerar a la especie nodriza. En total fueron 350 plantas bajo estudio.



Figura 2. Planta nodriza

Toma de Datos

Los datos de este trabajo corresponden al año 2009 y se programaron las lecturas de acuerdo a cada estación del año. Las fechas de las lecturas son las siguientes:

- ✚ 04 febrero 2009; invierno
- ✚ 19 mayo 2009; primavera

- ✚ 18 agosto 2009; verano
- ✚ 09 noviembre 2009; otoño

Parámetros Evaluados

Los parámetros que se evaluaron en las siete especies de arbustos fueron: sobrevivencia, orientación geográfica, cobertura aérea, crecimiento, fitomasa aérea y efecto del abono de borrego. El único parámetro que se evaluó una vez al año, en la estación de otoño, fue la fitomasa aérea, los demás se evaluaron sin excepción cada estación del año.

Sobrevivencia

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

Crecimiento

Este se obtuvo midiendo, con cinta métrica, el incremento del diámetro de los tallos de los arbustos y para los magueyes y el nopal se midió el incremento en la longitud de la penca (Niño, 2004), esto se efectuó en cada una de las cuatro estaciones del año.

Cobertura Aérea

La cobertura aérea se obtuvo al medir el diámetro mayor y el diámetro menor de cada especie establecida dentro y fuera del dosel de la especie nodriza (gobernadora), en las diferentes estaciones del año. La fórmula empleada para determinar cobertura aérea fue la de una elipse: ().

Fitomasa Aérea

La fitomasa aérea se obtuvo por medio de la técnica Adelaida (Maywald *et al.*, 1998), esta técnica consiste en estimar directamente el forraje de arbustos al cortar y sostener con la mano una porción de la planta y contar el número de veces que esta unidad cabe dentro de la planta, posteriormente se obtiene el

peso seco de la muestra, en los arbustos plantados dentro y fuera del dosel de la especie nodriza. Este parámetro vegetal se determinó al final del año en la estación de otoño.

Abono

De los 10 individuos de una especie plantados bajo el dosel de la nodriza en cada línea, a los primeros cinco se les aplicó abono de borrego al momento de la plantación (2005), mientras que a los cinco restantes no se les aplicó. El efecto del abono se determinó de acuerdo a la media del total de especies establecidas a las cuales se les aplicó abono, comparándolas con las mismas plantas de cada especie a las que no se les añadió abono.

Diseño y Análisis Estadístico

Estadística Descriptiva

Para evaluar los parámetros planteados se utilizó como herramienta el programa estadístico NCSS 6.0 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 sobre la sobrevivencia de las especies y fitomasa aérea. Los resultados se presentan con un análisis general de cobertura aérea y crecimiento para primavera, verano, otoño e invierno y la variable fitomasa aérea, sólo se presentara en la época de otoño. El análisis siguiente comprende cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea por especie, para las cuatro estaciones del año, mientras que la fitomasa aérea únicamente se analizó en la época de 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 es 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 conocer las significancias ($= \neq < >$) entre tratamientos. Los resultados, que se presentaran en tablas, se compararan las medias de los tratamientos con el testigo, para los parámetros de cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm) para las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño, además, en esta 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, esto se realizó únicamente en la estación de otoño. Los datos se presentan para cada orientación (NE, SE, SO y NO) y por último se incluye una comparación no paramétrica entre especies y establecimiento del testigo (Estrada, 2006).

Estadística Correlacional

La estadística correlacional se efectuó a través del programa estadístico NCSS 6.0, se hizo una correlación lineal y con ello se observó el grado de relación entre las variables, determinado que 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 estadístico STATISTICA 5.1, cuyo propósito principal es definir la estructura subyacente en una matriz de datos. El propósito general es encontrar una manera de resumir la información contenida en una serie de variables originales a una serie más pequeña de dimensiones compuestas nuevas con una pérdida mínima de información (Hair *et al.*, 2008).

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

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

Estación de invierno, 04 de febrero de 2009.

Cobertura aérea de todas las especies

En la Figura 3 (Tabla A1), se puede observar que la exposición en la que se obtuvo mayor cobertura en base al testigo es la SO en una proporción de 3.36 veces más. En seguida la exposición NE superó al testigo por 2.57 veces. La exposición NO presentó 1.85 más cobertura que el testigo y por último la exposición SE superó al testigo con 1.50 más cobertura.

En base a estos resultados las exposiciones que se mostraron más favorables bajo el dosel de la planta nodriza, para la cobertura en la estación de invierno, fueron la SO y la NE.

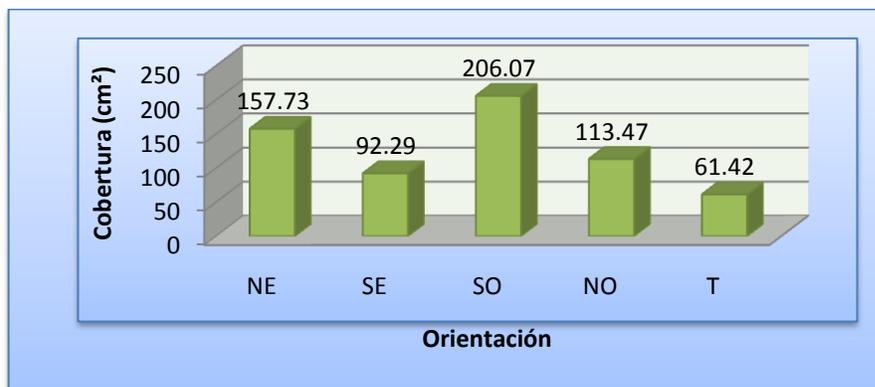


Figura 3. Medias para cobertura aérea (cm²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Crecimiento de todas las especies

Para la variable de crecimiento, la exposición NO tiene 2.51 veces mayor crecimiento que el testigo. La exposición SE es 2.06 veces mayor en relación

con el testigo y las exposiciones NE y SO superaron al testigo en 1.91 y 1.83 veces, respectivamente.

Con estos resultados las orientaciones más favorables bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable de crecimiento en la estación de invierno, fueron la NO y la SE (Fig.4, Tabla A1).



Figura 4. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Estación de primavera, 19 de mayo de 2009.

Cobertura aérea de todas las especies

La orientación que presentó mayor cobertura con base al testigo fue la SO con una diferencia de 6.13 veces más. La exposición SE supera al testigo con 4.83 veces. Las orientaciones NE y NO son 4.6 y 2.85 veces más, respectivamente, comparándolas con el testigo.

Por lo anterior, en la Fig. 5 (Tabla A 2), se indica que las exposiciones que se mostraron más favorables bajo el dosel de la planta nodriza, para la cobertura en la estación de primavera, fueron la SO y la SE.



Figura 5. Medias para cobertura aérea (cm²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Crecimiento de todas las especies

En la Figura 6 (Tabla A 2), se puede observar que la orientación que presentó mayor crecimiento fue la NE con 3.05 veces más de diferencia en relación con el testigo. La exposición NO superó al testigo con 2.71 veces y las orientaciones SE y SO superaron al testigo con 2.66 y 2.51 veces más, respectivamente.

Las orientaciones más favorables bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable de crecimiento en la estación de primavera fueron la NE y la NO.



Figura 6. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Estación de verano, 18 de agosto de 2009.

Cobertura aérea de todas las especies

Para esta estación, la orientación SO presentó 10.32 veces mayor cobertura que el testigo. La exposición NE superó al testigo teniendo 6.47 veces mayor cobertura en relación al testigo. La orientación NO es 4.66 veces superior que el testigo y la exposición SE fue mayor que el testigo por 4.42 veces.

Por ende, las orientaciones que muestran una cobertura aérea más favorable bajo el dosel de la planta nodriza, para la estación de verano, son la SO y la NE (Fig. 7, Tabla A 3).



Figura 7. Medias para cobertura aérea (cm²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Crecimiento de todas las especies

De acuerdo a las medias observadas, la orientación NE presentó 4.20 veces más crecimiento que el testigo. La exposición SE fue 3.60 veces más grande que el testigo. Las orientaciones NO y SO presentaron mayor crecimiento que el testigo en una proporción de 2.98 y 2.18 veces, respectivamente.

Las orientaciones más favorables bajo el dosel de la planta nodriza, para la variable de crecimiento en la estación de verano, fueron la NE y la SE (Fig. 8, Tabla A 3).



Figura 8. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Estación de otoño, 09 de noviembre de 2009.

Cobertura aérea de todas las especies

Para esta estación, la orientación SE mostró mayor cobertura con 5.21 veces más que el testigo. La exposición NE tuvo 4.22 veces más cobertura que el testigo. En seguida la orientación NO presenta 3.37 veces más en relación con el testigo y la exposición SO fue 1.61 veces mayor que el testigo.

Por consiguiente, las orientaciones que muestran una cobertura aérea más favorable bajo el dosel de una planta nodriza, para la estación de otoño, son la SE y la NE (Fig. 9, Tabla A 4).

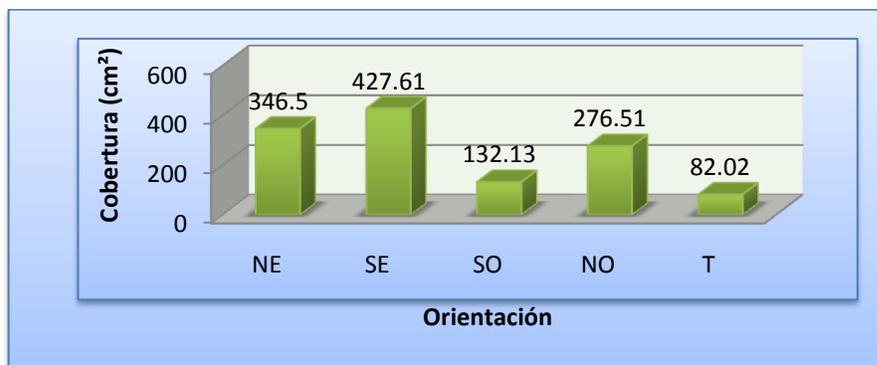


Figura 9. Medias para cobertura aérea (cm²) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Crecimiento de todas las especies

El mejor crecimiento se observó en la exposición NO siendo 2.79 veces más que el testigo. La orientación NE fue 2.53 veces mayor que el testigo y las estaciones SE y SO fueron 2.26 y 1.52 veces más en relación al testigo, respectivamente.

Las orientaciones más favorables bajo el dosel de una planta nodriza para la variable de crecimiento, en la estación de otoño, fueron la NO y la NE (Fig. 10, Tabla A 4).

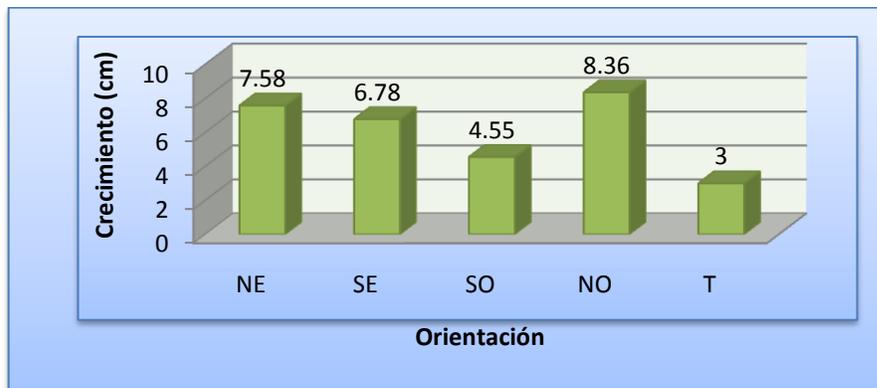


Figura 10. Medias para crecimiento (cm) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo, para la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Fitomasa aérea de todas las especies

En base a las medias encontradas, se puede analizar para la fitomasa que las orientaciones SE y NO fueron 142.7 y 92 veces más que el testigo. La orientación NE fue 88.4 veces mayor en relación al testigo y la exposición SO todavía superó al testigo por 41.77 veces más.

Para la variable de fitomasa las orientaciones más favorables bajo el dosel de la planta nodriza fueron la SE y la NO (Fig. 11, Tabla A 4).



Figura 11. Medias para fitomasa aérea (g) de todas las especies en las cuatro orientaciones geográficas en comparación con el testigo en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Cobertura y Crecimiento por Especie para las Cuatro Estaciones del Año

Estación de invierno, 04 de febrero de 2009

De acuerdo a las medias de la Figura 12 (Tabla A 5), las especies que obtuvieron mayor **cobertura** en esta época del año fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or). El mezquite (Pg), *Agave salmiana* (Asa) y *Agave scabra* (As) mostraron resultados relativamente bajos.

Las especies costilla de vaca (Ac) y numularia (An), no lograron sobrevivir al cuarto año de plantadas.

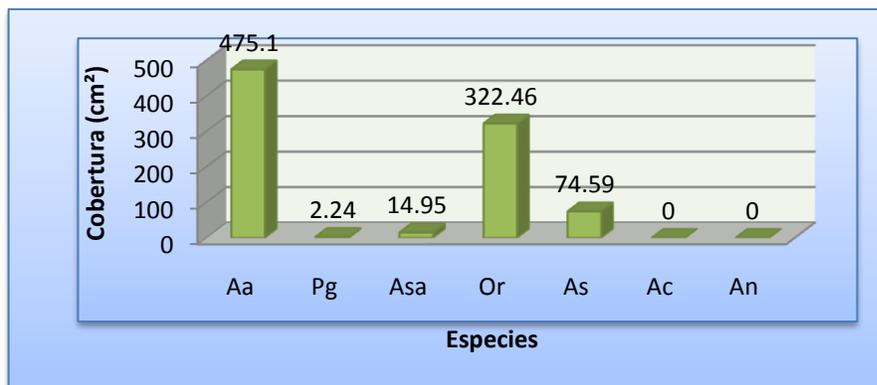


Figura 12. Medias en cobertura aérea (cm²) de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

En la Figura 13 (Tabla A 5), para la variable de **crecimiento**, se muestra que solamente dos especies predominaron, el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or). El *Agave salmiana* (Asa), *Agave scabra* (As) y *Prosopis glandulosa* (Pg), tuvieron muy poco crecimiento y por otro lado, *Atriplex canescens* (Ac) y *Atriplex numularia* (An) no sobrevivieron.



Figura 13. Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Estación de primavera, 19 de mayo de 2009

En la Figura 14 (Tabla A 6), se observa que la especie con mayor **cobertura** fue el maguey manso (Aa) seguido del nopal rastrero (Or) que fueron superiores a los demás.

El *Agave salmiana* (Asa) mostró 15.96 (cm²), el *Agave scabra* (As) registró 0.47 (cm²) y *Prosopis glandulosa* (Pg) 2.74 (cm²), mientras que las especies *Atriplex canescens* (Ac) y *Atriplex numularia* (An), no sobrevivieron.

En esta estación los resultados de las especies Aa y Or aumentaron casi el doble comparada con la estación de invierno.

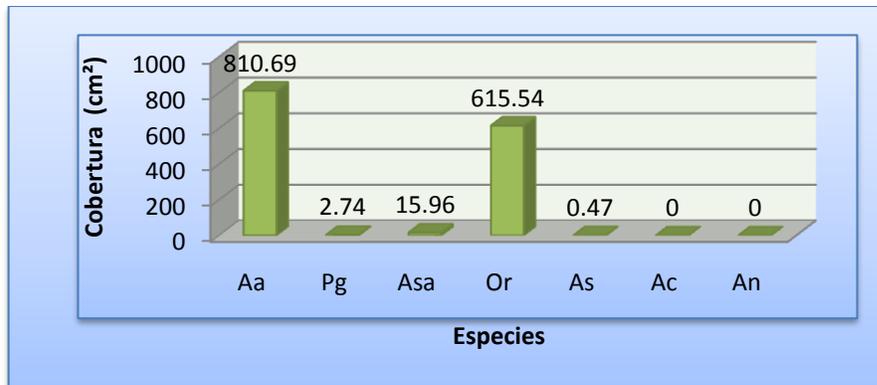


Figura 14. Medias en cobertura aérea (cm²) de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Las especies que destacaron con un mayor **crecimiento** para la época de primavera, fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) (Fig. 15, Tabla A 6). El *Agave salmiana* (Asa) mostró 0.82 (cm) el *Agave scabra* (As) registró 0.1 (cm) y *Prosopis glandulosa* (Pg) 0.018 (cm), crecimientos muy pobres, mientras que las especies *Atriplex canescens* (Ac) y *Atriplex numularia* (An), no sobrevivieron.

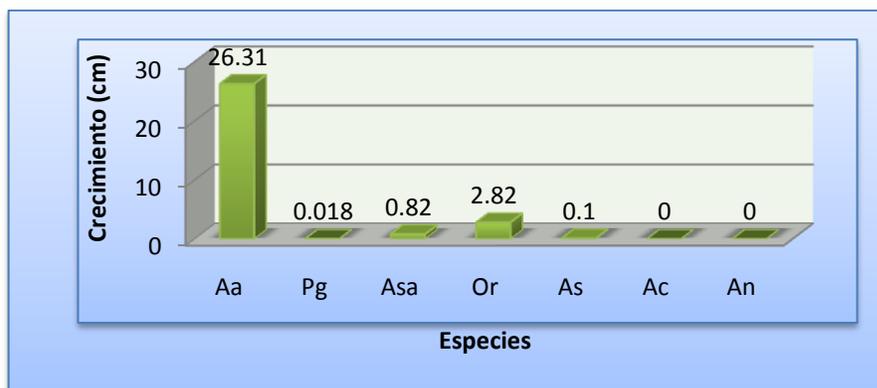


Figura 15. Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Estación de verano, 18 de agosto de 2009

En esta estación las especies que registraron mayor **cobertura** fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or), (Fig. 16, Tabla A 7). Es más que

evidente que estas especies están bien adaptadas y tienen una mayor resistencia al estrés, debido a su sistema radical adaptado a la sequía y, al llegar la temporada de lluvias las plantas aprovechan esta agua superficial y la cobertura aérea continúa mejorando en esta época.

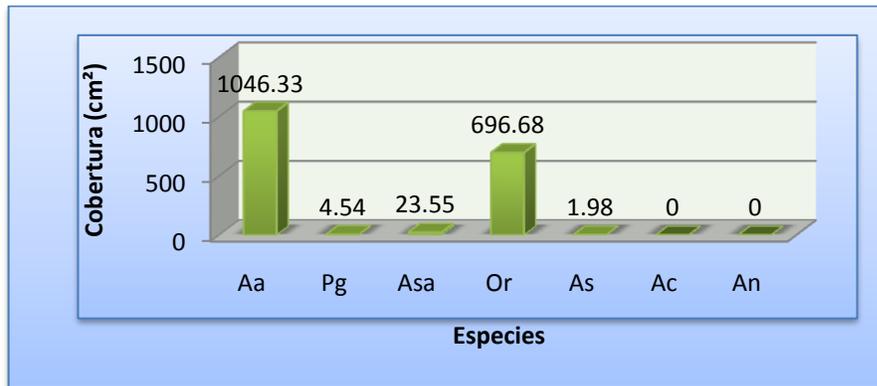


Figura 16. Medias en cobertura aérea (cm²) de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Para la variable de **crecimiento**, el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) continúan siendo los más significativos, debido a lo que se mencionó anteriormente y por lo que se ha observado, existe una correlación positiva entre cobertura y crecimiento, siempre y cuando las condiciones del medio lo permiten (Fig.17, Tabla A 7).

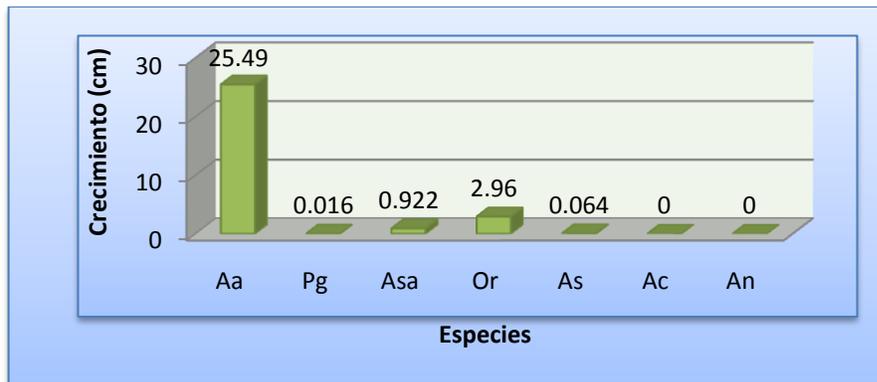


Figura 17. Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Estación de otoño, 09 de noviembre de 2009

Durante la temporada de otoño, la última del año, el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or), fueron las especies con mejor **cobertura** (Fig. 18, Tabla A 8). Se pueden aunar estos resultados a los de la anterior estación lluviosa y a la adaptación de estas plantas para aprovechar el agua y utilizarla para producir una mayor cobertura y crecimiento.

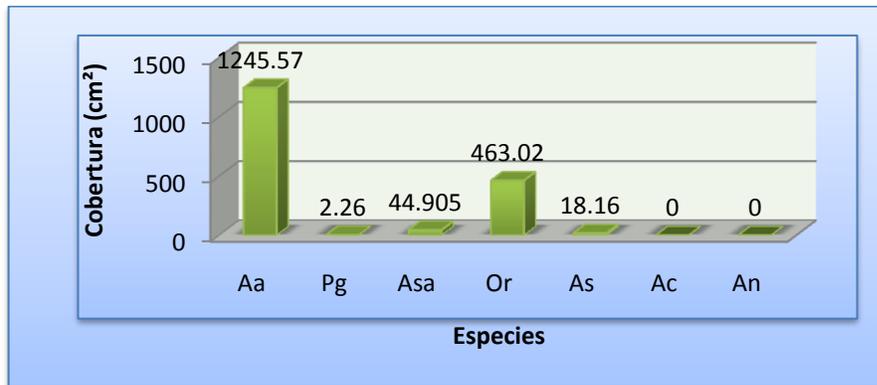


Figura 18. Medias en cobertura aérea (cm²) de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

En la variable **crecimiento**, las especies que más se vieron favorecidas en esta estación fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or). Estas especies destacaron contra las demás establecidas durante las cuatro estaciones del año demostrando que fueron las que toleraron y aprovecharon las condiciones ambientales durante todo el año (Fig. 19, Tabla A 8).

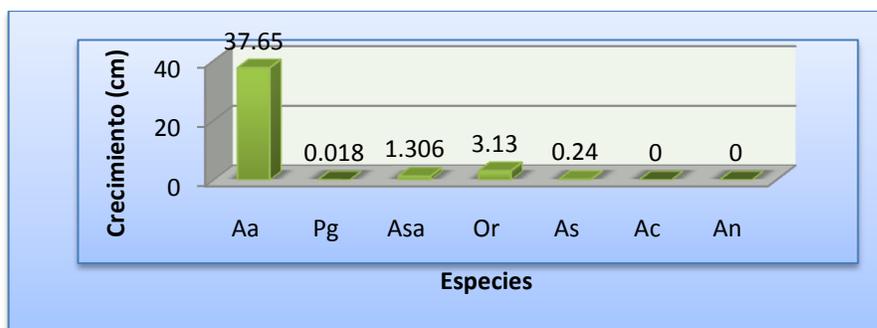


Figura 19. Medias en crecimiento (cm) de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Fitomasa Aérea por Especie al Final del Año

En esta estación también se evaluó la **fitomasa aérea**, expresándose en gramos, siendo el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) las especies con valores más altos. De las cinco especies que sobrevivieron en esta investigación, el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) fueron las especies en las que se obtuvo mayor resultado para los parámetros de cobertura aérea, crecimiento y fitomasa aérea (Fig. 20, Tabla A 8).

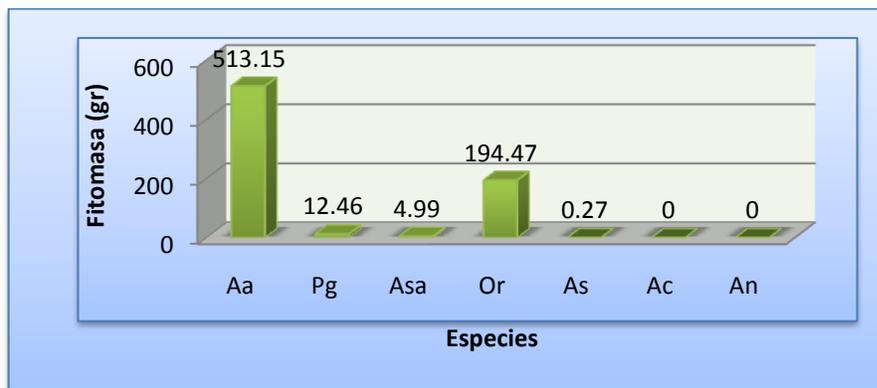


Figura 20. Medias para fitomasa aérea (g) de cada una de las especies (09 de noviembre de 2009).

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

En la Tabla 1 se observa que la estación del año y la orientación que mostraron el mejor resultado en la comparación de medias para **cobertura aérea** (cm²) corresponden a la estación de otoño y la orientación SO fue la óptima.

Sin embargo, también se observa que otra estación y orientación favorables, después de las antes mencionadas, son el verano y la NE.

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

	NE	SE	SO	NO	T	\bar{x}
Invierno	157.73	92.29	206.07	113.47	61.42	142.39
Primavera	244.89	257.03	325.97	151.37	53.18	244.82
Verano	295.78	202.01	471.73	212.74	45.69	295.57
Otoño	346.5	427.61	132.13	276.51	82.02	295.69
\bar{x}	261.23	244.71	283.98	188.52	60.58	

En la Tabla 2 se observa que la estación y la orientación que mostraron el mejor resultado en la comparación de medias para **crecimiento** (cm) corresponden al otoño y a la NE.

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

	NE	SE	SO	NO	T	\bar{x}
Invierno	3.99	4.3	3.82	5.24	2.09	4.34
Primavera	5.49	4.79	4.52	4.88	1.8	4.92
Verano	6.43	5.51	3.33	4.56	1.53	4.96
Otoño	7.58	6.78	4.55	8.36	3	6.82
\bar{x}	5.87	5.35	4.06	5.76	2.11	

La Tabla 3 muestra que en la comparación de medias para **cobertura aérea** (cm²), las estaciones de otoño y verano fueron las que presentaron los mejores resultados y en cuanto a las especies, fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or).

Tabla 3.- Comparación de medias para cobertura aérea (cm²) por especie en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	Aa	Pg	Asa	Or	As	\bar{x}
Invierno	475.1	2.24	14.95	322.46	74.59	177.87
Primavera	810.69	2.74	15.96	615.54	0.47	289.08
Verano	1046.33	4.54	23.55	696.68	1.98	354.62
Otoño	1245.57	2.26	44.905	463.02	18.16	354.78
\bar{x}	894.42	2.95	24.84	524.43	23.8	

En la comparación de medias para **crecimiento** que se presenta en la Tabla 4, se observa que la estación de otoño fue la que registró los valores más altos y el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or), fueron las especies que aprovecharon mejor las condiciones.

Tabla 4.- Comparación de medias para crecimiento (cm) por especie en las cuatro estaciones del año y las cuatro orientaciones geográficas.

	Aa	Pg	Asa	Or	As	\bar{x}
Invierno	23.24	0.2	0.7	2.58	0.54	5.45
Primavera	26.31	0.018	0.82	2.82	0.1	6.01
Verano	25.49	0.016	0.922	2.96	0.064	5.89
Otoño	37.64	0.018	1.306	3.13	0.24	8.47
\bar{x}	28.17	0.06	0.94	2.87	0.24	

Efecto del Abono Sobre el Establecimiento de las Especies para las Cuatro Estaciones del Año.

Se realizó una prueba de Chi-cuadrada (Tabla 5), en donde se observa que el efecto del abono de borrego es altamente significativo en el establecimiento de las especies, al compararlo contra las que no se les aplicó.

Tabla 5.- Prueba de Chi- cuadrada sobre el efecto del abono de borrego para las cuatro estaciones del año.

Estación	Abono	Total
Invierno	175	350
Primavera	175	350
Verano	175	350
Otoño	175	350
Total	700	1400

El número de las hileras con menor pérdida su valor es cero

Chi- cuadrada	140.000000	Normalidad
Grados de libertad	8	
Nivel de probabilidad	0.0000001	R

Aviso: el menor número de celdas se esperaba que tuviera valores menores que 5.

Estadística Comparativa

En la Tabla 6 se puede observar en la estación de invierno para la orientación NE para cobertura existe probabilidad pero, aunque no es significativa estadísticamente, si lo es ecológicamente ya que la media para la orientación NE es 2.57 veces mayor que el testigo, esto quiere decir que el resultado es bueno ya que el experimento se realizó en campo abierto y no se tenía control del ambiente ni de los individuos pertenecientes a la eco- zona. Para el caso de crecimiento, sólo la orientación NO mostró significancia ($P \leq 0.05$) con respecto al testigo.

Tabla 6.- Medias para las variables: cobertura aérea (cm²) y crecimiento (cm), durante la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	70	157.73	473.92	0.067	PE
Testigo	T	70	61.42	248.47		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	3.99	10.12	0.122	NS
Testigo	T	70	2.09	9.06		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	70	92.29	609.7	0.348	NS
Testigo	T	70	61.42	248.47		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	4.3	12.77	0.119	NS
Testigo	T	70	2.09	9.06		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	206.07	1119.68	0.147	NS
Testigo	T	70	61.42	248.47		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	3.82	13.55	0.187	NS
Testigo	T	70	2.09	9.06		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	113.47	330.89	0.147	NS
Testigo	T	70	61.42	248.47		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	5.24	15.15	0.068	*
Testigo	T	70	2.09	9.06		

NS= no significativa

* = significativa ($P \leq 0.05$)

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

PE= probabilidad encontrada

En la estación de primavera (Tabla 7) para cobertura fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) y para crecimiento fue significativa ($P \leq 0.05$). En las exposiciones SE y NO se observó probabilidad encontrada para cobertura y para crecimiento. En la exposición SE, la cobertura fue 4.83 veces mayor que el testigo y, el crecimiento 2.66 veces superior. Para el caso de la NO, la cobertura y el crecimiento fueron 2.85 y 2.71 veces superiores al testigo, respectivamente. La orientación SO no presentó significancia para cobertura ni para crecimiento.

Tabla 7.- Medias para las variables: cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm), durante la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NE	70	244.89	693.39	0.015	**
Testigo	T	70	53.18	233.01		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	5.49	15.05	0.038	*
Testigo	T	70	1.8	8.59		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SE	70	257.03	1233.33	0.088	PE
Testigo	T	70	53.18	233.01		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	70	4.79	16	0.085	PE
Testigo	T	70	1.8	8.6		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SO	70	325.97	2017.57	0.132	NS
Testigo	T	70	53.18	233.01		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	4.52	16.29	0.109	NS
Testigo	T	70	1.8	8.59		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NO	70	151.37	465.44	0.058	PE
Testigo	T	70	53.18	233.18		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	4.88	15.97	0.078	PE
Testigo	T	70	1.8	8.6		

NS= no significativa

* = significativa ($P \leq 0.05$)

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

PE= probabilidad encontrada

De los datos observados para la estación de verano (Tabla 8) la orientación NE es altamente significativa ($P \leq 0.01$) para cobertura y crecimiento; la orientación SE registró significancia ($P \leq 0.05$) para cobertura y crecimiento, mientras que la

orientación NO es altamente significativa ($P \leq 0.05$) para cobertura y, para crecimiento se encontró probabilidad. La orientación SO mostró probabilidad para cobertura y para crecimiento no fue significativa.

Tabla 8.- Medias para las variables: cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm), durante la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NE	70	295.78	836.87	0.009	**
Testigo	T	70	45.69	230.25		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	70	6.43	17.79	0.017	**
Testigo	T	70	1.53	7.19		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SE	60	202.01	732.32	0.047	*
Testigo	T	70	45.69	230.25		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	60	5.51	17.96	0.045	*
Testigo	T	70	1.53	7.19		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	SO	80	471.73	2315.91	0.064	PE
Testigo	T	70	45.69	230.25		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	80	3.33	11.29	0.127	NS
Testigo	T	70	1.53	7.19		
Cobertura (cm^2)						
Tratamiento	NO	70	212.74	662.85	0.025	*
Testigo	T	70	45.69	230.25		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	4.55	14.77	0.063	PE
Testigo	T	70	1.53	7.19		

NS= no significativa

* = significativa ($P \leq 0.05$)

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

PE= probabilidad encontrada

En la estación de otoño, como se muestra en la Tabla 9, la orientación NE para cobertura y fitomasa fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$) y la variable crecimiento mostró probabilidad siendo esta 2.53 veces mayor que el testigo. La exposición NO fue altamente significativa para las variables de crecimiento y fitomasa mientras tanto para cobertura se encontró significativa ($P \leq 0.05$). La orientación SE mostró probabilidad, aunque no significativa, para cobertura

siendo 5.21 veces mayor comparada con el testigo, por otro lado, la variable fitomasa fue altamente significativa en esta exposición SE.

Tabla 9.- Medias para las variables: cobertura aérea (cm²), crecimiento (cm) y fitomasa (g) durante la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Variable	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Nivel de probabilidad	Significancia
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NE	68	346.5	895.91	0.014	**
Testigo	T	70	82.02	431.93		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NE	68	7.58	19.77	0.064	PE
Testigo	T	70	3	15.2		
Fitomasa (gr)						
Tratamiento	NE	66	1.14	3.14	0.028	**
Testigo	T	70	0.31	1.7		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SE	72	427.61	2026.04	0.082	PE
Testigo	T	70	82.02	431.93		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SE	72	6.78	21.54	0.115	NS
Testigo	T	70	3	15.2		
Fitomasa (gr)						
Tratamiento	SE	70	1.38	4.27	0.027	**
Testigo	T	70	0.31	1.7		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	SO	70	132.13	628.41	0.292	NS
Testigo	T	70	82.02	431.93		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	SO	70	4.55	21.1	0.309	NS
Testigo	T	70	3	15.2		
Fitomasa (gr)						
Tratamiento	SO	69	0.59	2.8	0.244	NS
Testigo	T	70	0.31	1.7		
Cobertura (cm²)						
Tratamiento	NO	70	276.51	876.53	0.049	*
Testigo	T	70	82.02	431.93		
Crecimiento (cm)						
Tratamiento	NO	70	8.36	25.6	0.028	**
Testigo	T	70	3	15.2		
Fitomasa (gr)						
Tratamiento	NO	69	1.3	3.78	0.025	**
Testigo	T	70	0.31	1.7		

NS= no significativa

* = significativa (P< 0.05)

** = altamente significativa (P< 0.01)

PE= probabilidad encontrada

Sobrevivencia

En la Tabla 10 se muestran los resultados de las siete especies para la orientación NE. Lograron sobrevivir el 17.14 por ciento de las siete especies plantadas mientras que el 82.86 por ciento no lo lograron.

Las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or).

Tabla 10.- Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Noreste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
Ac	0	10	10
An	0	10	10
Asa	1	9	10
Aa	6	4	10
Pg	0	10	10
As	1	9	10
Or	4	6	10
Total	12	58	70

En la Tabla 11 se observan los resultados para la orientación SE en donde el 12.86 por ciento logró sobrevivir, en contraste con el 87.14 por ciento de plantas que no lo hicieron. Las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or).

Tabla 11.- Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Sureste.

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
Ac	0	10	10
An	0	10	10
Asa	0	10	10
Aa	5	5	10
Pg	0	10	10
As	1	9	10
Or	3	7	10
Total	9	61	70

En la Tabla 12 observamos que las especies que sobrevivieron representan el 5.71 por ciento, mientras que las especies que no sobrevivieron expresan el 94.29 por ciento para la orientación SO. La única especie que se estableció fue el maguey manso (Aa).

Tabla 12.- *Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Suroeste.*

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
Ac	0	10	10
An	0	10	10
Asa	0	10	10
Aa	4	6	10
Pg	0	10	10
As	0	10	10
Or	0	10	10
Total	4	66	70

En la Tabla 13 para la orientación NO se encontró que sólo 12.86 por ciento de las especies lograron sobrevivir mientras que el 87.14 por ciento no lo lograron. La especie más sobresaliente fue el maguey manso (Aa).

Tabla 13.- *Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia en la estación de otoño de 2009, con orientación Noroeste.*

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
Ac	0	10	10
An	0	10	10
Asa	0	10	10
Aa	8	2	10
Pg	1	9	10
As	0	10	10
Or	0	10	10
Total	9	61	70

En la Tabla 14 se muestran los resultados del testigo (T) en donde las plantas sobrevivientes representan el 5.71 por ciento mientras que las que no sobrevivieron representan el 94.29 por ciento.

La única especie que se estableció fue el maguey manso (Aa).

Tabla 14.- *Comparación no paramétrica entre especies y sobrevivencia del testigo en la estación de otoño de 2009.*

Especies	Establecidas	No establecidas	Total
Ac	0	10	10
An	0	10	10
Asa	0	10	10
Aa	4	6	10
Pg	0	10	10
As	0	10	10
Or	0	10	10
Total	4	66	70

Estadística Correlacional

Correlación de Variables

Podemos observar en la Tabla 15, que la variable **sobrevivencia** tiene mayor relación sobre los diámetros menor y mayor con 85 y 82 por ciento y crecimiento y cobertura con 80 y 54 por ciento. Estos resultados son debidos a que al sobrevivir mayor número de plantas, se obtendrán mejores resultados de las variables antes mencionadas.

La **cobertura aérea** tiene una correlación significativa en el diámetro mayor y menor con 87 y 83 por ciento, la variable crecimiento con 56 por ciento y fitomasa con 40 por ciento. Esto significa que la cobertura es dependiente significativamente de los diámetros mayor, menor y la variable crecimiento.

Para la variable **crecimiento** se observaron relaciones significativas en diámetro menor y mayor con 85 y 75 por ciento, respectivamente, mientras tanto la variable fitomasa con 50 por ciento. Debido a esto, el crecimiento depende del aumento de la longitud de las especies en estudio. Por otro lado, el aumento de fitomasa de las especies dependerá del crecimiento de las mismas.

Los datos observados en **fitomasa aérea** mostraron resultados en el diámetro mayor y menor con 43 y 47 por ciento. Esta variable resulta de las lecturas realizadas sólo en la última estación del año.

Tabla 15.- Correlación entre las variables en estudio.

	Sobrevivencia	Cobertura	Crecimiento	Fitomasa	D. mayor	D. menor	Abono
Sobrevivencia	1.00	0.54	0.80	0.35	0.82	0.85	0.07
Cobertura		1.00	0.56	0.40	0.87	0.83	0.09
Crecimiento			1.00	0.50	0.75	0.85	0.08
Fitomasa				1.00	0.43	0.47	0.02
D. mayor					1.00	0.92	0.08
D. menor						1.00	0.09
Abono							1.00

R ≤ 0.15 es significativo

Estadística Integral

Análisis de Factores

En la Tabla 16, de acuerdo al análisis de factores encontrado en el programa estadístico STATISTICA 5.1, se puede observar que la variable más importante para el factor 1 es la variable 2, debido a la interacción con todas las demás variables. También se encontró que la variable 9 (diámetro menor) y 8 (diámetro mayor) son significativos. Al mismo tiempo se encontró que la relación que existe entre la variable 12 (abono) y la variable 1 (sobrevivencia) se ve poco influenciada por el abono para la sobrevivencia de las especies. Las variables 6 (número de planta) y 10 (estación) no son importantes para este factor.

En contraste, con el factor 2 observamos que la variable 1 (sobrevivencia) no es importante junto con la variable 12 (abono). La variable 6 (núm. de planta) es la más importante para este factor, en seguida la variable 10 (estación) fue la más significativa.

Analizando los factores 1 y 2 se observa que la variable 6 (núm. de planta) si es importante para la variable 1 (sobrevivencia) ya que al sembrar más plantas

sobrevivirá un mayor número en relación a las sembradas. La variable 10 (estación) tiene mucha relación con la variable 2 (cobertura) ya que las condiciones ambientales son diferentes en cada estación y las plantas aprovechan de manera diferente cada estación.

También se muestra que el factor 1 representa el 41.16555 del fenómeno mientras que el factor 2 representa el 57.63357 del fenómeno.

Tabla 16.- Análisis de factores para todo el año 2009 (P > 0.04)

Variables	Factor 1	Factor 2
1.- Supervivencia	.930170	-.031693
2.- Cobertura	.774323	.056762
3.- Crecimiento	.850991	.037500
4.- Fitomasa	.234065	.135726
5.- Especie	.180802	.041685
6.- No. Planta	-.002125	.990338
7.- Orientación	-.099821	.126664
8.- D. Mayor	.943191	.012948
9.- D. Menor	.960558	.025705
10.- Estación	.005299	.975340
11.- Vida	.911676	-.053200
12.- Abono	.092653	-.002395

Value	Eigenval	% total variance	Cumul. Eigenval	Cumul. %
1	4.939865	41.16555	4.939865	41.16555
2	1.976163	16.46802	6.916028	57.63357

V. DISCUSIÓN

Cobertura Aérea

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo difieren con los de López (2008), Paz (2009) y Cruz (2009) para el mezquite (Pg). Se observó que la media fue de 2.63 cm², 2.94cm² y 1.09 cm², respectivamente, y en este estudio la media fue de 2.26 cm² para la misma especie.

López (2008) encontró que las especies con mayor cobertura aérea (cm²) fueron el maguey manso (Aa) y el maguey áspero (As) con medias de 198.51 cm² y 93.7 cm². Paz (2009) cita que las especies con mayor cobertura aérea fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) con 163.87 cm² y 57.05 cm². Cruz (2009) reportó que las especies con mayor cobertura aérea fueron el maguey manso (Aa) con 25.06 cm² y el nopal rastrero (Or) con 72.2 cm². Para este estudio, las especies en las que se obtuvieron mejores resultados son las mismas que reportaron Paz (2009) y Cruz (2009), en donde el maguey manso (Aa) registró una media de 1245.57 cm² y en nopal rastrero (Or) 463.02 cm².

Esto podría ser debido a que son especies con mecanismo fotosintético tipo CAM con una alta resistencia a la sequía y a bajas temperaturas respecto a otras plantas y al beneficio de sus raíces. Romo y Arteaga (1989) mencionan que los climas áridos y semiáridos, en la época de invierno, la temperatura del suelo es baja y por ende la velocidad de absorción por parte de las raíces está disminuida y por lo tanto ante un momento de transpiración provocada por el viento, se crean estados de marchitez temporal ya que la planta no puede reponer en forma rápida el agua perdida y además el viento tiene un efecto directo en la transpiración (remoción de vapor de agua), fotosíntesis (renovación de bióxido de carbono) y efectos mecánicos sobre las hojas y ramas de las plantas.

Estos mismos autores, Romo y Arteaga (1989), mencionan que la temperatura del suelo tiene efectos en los procesos fisiológicos que se cumplen en las raíces teniendo un efecto directo en la absorción del agua e indirectos a través de su influencia sobre el crecimiento de las raíces y posiblemente sobre la actividad sintetizadora de estas.

Barbera *et al.* (1999) mencionan que la distribución de la raíz puede depender del tipo de suelo, en condiciones favorables se desarrolla una raíz extendida que puede penetrar casi los 30 cm en el suelo pero, en condiciones de sequía, como las que ocurre en zonas áridas y semiáridas, se desarrollan raíces laterales de la raíz principal para así aprovechar mejor el agua.

Murillo *et al.* (2000) mencionan que cuando no hay suficiente agua, las plantas CAM abren sus estomas y asimilan el CO₂ ambiental en la oscuridad y en la luz y crecen con requerimientos hídricos significativamente bajos en comparación con otras plantas del mismo hábitat.

Por lo tanto, en el equinoccio de otoño el día es de 12 horas y en esta estación la planta obtiene la cantidad necesaria de luz para producir biomasa (Torres, 2003).

Crecimiento

López (2008), Paz (2009) y Cruz (2009) reportaron que el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) son las especies con mejor crecimiento. López (2008) reportó que el maguey manso obtuvo una media de 8.57 cm, Paz (2009) de 5.34 cm y Cruz (2009) encontró una media de 13.05 cm para esta especie. Para el nopal rastrero (Or) López (2008) obtuvo 4.9 cm, Paz (2009) 3.96 cm y Cruz (2009) 3.09 cm. En este trabajo se obtuvieron medias diferentes para estas especies con 37.65 cm para el maguey manso y 3.13 cm para el nopal rastrero.

El crecimiento de estas especies se vio beneficiado debido a su capacidad de captación de agua y de aprovechar el poco contenido de agua almacenada en el suelo donde se lograron establecer. Nobel (1998) reportó que esto podría atribuirse a que las raíces de los agaves y de los cactus tienden a estar a poca

profundidad y por ende las lluvias ligeras que caracterizan a las zonas áridas y semiáridas por lo general no humedecen al suelo en gran profundidad así las raíces someras están idealmente situadas para responder rápido a las lluvias ligeras. Por lo anterior, junto con las propiedades de conservación del agua por parte de los tallos de estas dos especies ayudan a mantener el contenido de agua.

Torres (2003) menciona que la duración del día, independientemente de la fotosíntesis, es un regulador del crecimiento de muchas plantas. Entonces la estación de otoño al encontrarse en la mediana de la estación de verano e invierno las plantas obtiene las mejores condiciones para un mejor crecimiento.

Fitomasa Aérea

López (2008) encontró que el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) fueron las especies con mejores resultados, 52.5 g para el maguey manso y 31.97 g para el nopal rastrero. Paz (2009) encontró que el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) como las especies con mejores resultados, 53.2 g para el maguey manso y 47.78 g para el nopal rastrero. Cruz (2009) encontró a las mismas especies con los mejores resultados en los que el maguey manso obtuvo una media de 100.91 g y para el nopal rastrero 84.2 g. En este trabajo las medias que se observaron para maguey manso (Aa) y nopal rastrero (Or) fueron de 513.15 g y 194.47 g, respectivamente.

Sobrevivencia

Niño (2004) cita que la especie sobresaliente, que alcanzó mejor porcentaje de sobrevivencia, fue el maguey manso (*Agave atrovirens*) con 84.12 por ciento, posteriormente le siguió el maguey áspero (*Agave scabra*) con 73.02 por ciento. López (2008) reporta valores para maguey manso (*Agave atrovirens*) y maguey áspero (*Agave scabra*) con 90 y 65 por ciento, respectivamente. Paz (2009) reportó para maguey manso (*Agave atrovirens*) y maguey áspero (*Agave scabra*) 72 y 10 por ciento, respectivamente. Mientras tanto Cruz (2009) reportó para el maguey manso (*Agave atrovirens*) 70 por ciento de sobrevivencia. En

este trabajo las especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fueron el maguey manso (*Agave atrovirens*) y el nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) con 54 y 14 por ciento, respectivamente. Granados (1993) menciona que esto es debido a la capacidad para almacenar más agua por unidad de área de transpiración, como un proceso de desarrollo, es un aspecto crucial de la sobrevivencia a la sequía. Bravo y Scheinvar (1999) citaron que estas plantas no suspenden la absorción del agua, puesto que, en la noche, al bajar la temperatura, el vapor de agua condensada en la superficie del suelo es absorbido por los pelos de las raíces y transportado ascendentemente hacia el interior de las plantas.

Abono

Paz (2009) encontró que el maguey áspero (As) y el maguey manso (Aa) fueron las que reaccionaron mejor a la aplicación de abono con cuatro y 1.25 veces más, respectivamente, comparadas con plantas de la misma especie, que no se les aplicó. Cruz (2009) menciona que la única especie que se mostró favorable ante la aplicación de abono fue el maguey manso (Aa) el cual fue 1.36 veces más contra que las plantas de la misma especie a las que no se les aplicó abono. Para este trabajo se encontró que el efecto del abono tiene influencia positiva en comparación a las especies que no se les aplicó con 99.99999 por ciento de significancia.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este experimento sirvieron para plantear las siguientes conclusiones:

- ✚ La utilización de la gobernadora (*Larrea tridentata*) como nodriza, tiene influencia positiva al establecer plantas forrajeras bajo el dosel de ésta, ya que las protege contras las condiciones del medio ambiente además de que se forman islas de fertilidad bajo su dosel lo que promueve a que exista una mayor sobrevivencia de las especies plantadas comparadas con el testigo. Las especies con mayores porcentajes de sobrevivencia fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or) por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada.
- ✚ De acuerdo a los datos analizados en este trabajo se concluye que las orientaciones geográficas tienen efecto cuando se desea rehabilitar pastizales ya que se encontró que las cuatro orientaciones se mostraron superiores al establecer plantas de valor forrajero en comparación con el testigo por lo que la hipótesis planteada se rechaza. La mejor orientación en este trabajo fue la NE.
- ✚ La estación en la que se obtuvo mayores resultados para la variable crecimiento (cm) fue la de otoño y la orientación más favorable fue la Noreste (NE) por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada. Las especies que más se vieron favorecidas fueron el maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or).
- ✚ Al analizar los resultados para abono de borrego en la sobrevivencia de plantas con valor forrajero se concluye que este tiene un efecto positivo ya que las plantas con este tratamiento mostraron mejores resultados

contra las que no se les aplicó por lo que se descarta la hipótesis planteada al inicio de este trabajo.

✚ Al evaluar la cobertura aérea (cm^2) se concluye que la estación de otoño y la orientación Suroeste (SO) fueron las óptimas, por lo tanto, se descarta la hipótesis planteada al inicio de este trabajo.

✚ Para fitomasa (g) aérea se observó que las orientaciones Sureste (SE) y Noroeste (NO) fueron las que mostraron mejores resultados en comparación con el testigo. Las especies que mostraron mejores resultados fueron en maguey manso (Aa) y el nopal rastrero (Or). Por lo tanto la hipótesis planteada para esta variable se rechaza.

VII. LITERATURA CITADA

Barbera G., P. Inglese y E. Pimienta B. 1999. Agroecología, cultivo y usos del nopal. FAO. Italia. p. 29.

Berlijn, D.J., A. E. Bernardon., F. R. Kirchner S., C. R. Usami O. y E. López G. 1983. Pastizales naturales. Ed. Trillas. México. p. 49.

Bravo H., H. y L. Scheinvar. 1999. El interesante mundo de las cactáceas. Ed. Fondo de Cultura Económica. 2ed. México. p. 100.

Burel, F. y J. Baudry. 2002. Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones. Ed. Mundi-Prensa. Departamento de Sistemas Agrarios y Desarrollo. Madrid, España. p. 352.

Cantú B., J. E. 1984. Manejo de pastizales. Revisión bibliográfica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón, Coahuila, México. p. 171.

Cantú B., J. E. 1990. Manejo de pastizales. Revisión bibliográfica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón, Coahuila, México. p. 41,239,240.

Cantú B., J. E. 2010. Manejo de pastizales. Revisión bibliográfica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón, Coahuila, México. p. 26 – 29.

CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1975. Agua Nueva. Carta de uso del suelo. G14 C43. Escala 1:50,000. Color: varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México. 1h.

CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1976. Agua Nueva. Carta edafológica. G14 C43. Escala 1:50,000. Color: varios. 2ed. Secretaría de la Presidencia. México. 1h.

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

COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1979. Tipos de vegetación de Coahuila. México. p. 152, 164, 185.

Cruz M., G. 2009. Rehabilitación de áreas degradadas mediante el nodricismo, con efecto de abono para establecer arbustos. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. p. 41,45.

Curry, K. L. 1974. Conservar para sobrevivir. Una estrategia ecológica. Ed. Diana. México. p. 142.

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.

García E., G. 1988. Caracterización de islas de fertilidad y areas adyacentes de mezquite *Prosopis glandulosa* Torr. y establecimiento de gramíneas en Muzquiz, Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 99,103.

Granados S., D. 1993. Los agaves en México. Universidad Autonoma Chapingo. México. p. 76.

Groom, M.J., G.K. Meffe and C.R. Carroll. 2006. Principles of conservation biology. Ed. Sinauer Associates, Inc. 3 ed. Sunder Land, Massachusetts, USA. p. 703.

Guillén T., A. y R. López A. 2007. Tópicos en manejo de pastizales. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Ed. Serie didáctica. México. p. 33.

Hair, J.F.Jr., R.E. Anderson., R.L. Tatham and W.C. Black. 2008. Analisis multivariante. Ed. Pearson Prentice Hall. 5 ed. Madrid. p. 80, 83.

Heady, H. F. 1975. Rangeland management. Ed. McGraw-Hill. New York. p. 54, 264.

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

Huss, D. L. y E. D. Aguirre. 1976. Fundamentos de manejo de pastizales. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México. p. 32.

INE (Instituto Nacional de Estadística). 1996. Remediación. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/glosario> Consultado: lunes 17 de enero de 2011.

INEGI-SEMARNAP (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1999. Estadísticas del medio ambiente. Tomo II. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. México. p. 819.

Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. SARH. COTECOCA. México. p. 13,14.

Jiménez M., A. y J. L. Zaragoza R. 1990. Rehabilitación de praderas y pastizales. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Zootecnia. 35 p.

LeRoy, M. N.. 2005. Our youth-the real future of range management. It is never too early to start learning about range management. Rangelands. 27 (4): 7-9.

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

López M., R. 1995. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 8.

Luna V., R. R. de., J. G. Medina T. y L. C. Fierro G. 1985. Manejo y transformación de pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Saltillo, Coahuila, México. p. 15.

Margalef, R. 1998. Ecología. Universidad de Barcelona. p. 789.

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

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

Morales N., C. R., R. Saucedo T. y P. Jurado G. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnologías en pastizales y producción animal. INIFAP. Libro técnico núm. 2. Chihuahua, México. p. 92,98.

Murillo, A., B. E Troyo D. y J. L. García H. 2000. El nopal. Alternativas para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. Ed. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. S. C. La Paz. BCS, México. p 73.

Nebel, B.J. and R.T.Wright. 1999. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Ed. Pearson Prentice Hall. 6 ed. México. p. 683.

Niembro R., A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México (naturales e introducidos). Ed. Limusa. Universidad Chapingo. México. p. 21.

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

Nobel, S., P. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México. p. 95.

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

Padilla R., F. M. 2007. Factores limitantes y estrategias de establecimiento de plantas leñosas en ambientes semiáridos, implicados para restauración. Tesis. Doctorado. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería. Francisco I. Pugnaire de Iraola, Almería, España. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/514.pdf>. Consultado: 17 de octubre de 2010.

Paz G., F.C. 2009. Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 41, 48.

Pérez R. L., J.R. Reynaga V., R. Nava C. y R. Jiménez S. 1992a. Efecto de las islas de fertilidad en el crecimiento de plántulas de *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. bajo condiciones naturales. Revista Agraria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 8 (1): 177-188.

Pérez R. L., R. Nava C., J. R. Reynaga V. y R. Jiménez S. 1992b. Sobrevivencia de plántulas de *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. Efecto de "isla de fertilidad". Revista Agraria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 8 (1): 189-200.

Perroni V., Y. 2007. Islas de fertilidad en un ecosistema semiárido: Nutrimientos en el suelo y su relación con la diversidad vegetal. Tesis. Doctorado. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. p. 33,39.

Porta C., J., M. López A. R. y C. Roquero de L. 2003. Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. 3 ed. Madrid. p. 669.

Rodríguez T., D. A., M. Rodríguez A. y F. Fernández S. 2002. Educación e incendios forestales. Ed. Mundi-Prensa. México. p. 31,35,36, 41.

Romo G., J. R. y R. Arteaga R. 1989. Meteorología agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Irrigación. 2 ed. México. p. 222, 388, 389.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Instituto Politécnico Nacional. 3 ed. México, D.F. p. 394.

Santa O. M., F. M. de. 2001. Agricultura y desertificación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. p. 186,197,211.

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: 10 de abril de 2011.

Scifres, C. J. 1980. Brush management. Principles and practices for Texas and the Southwest. Texas A&M University Press. p. 246.

Sierra T., J. S., R. Saucedo T., C. R. Lara M., P. Jurado G. y C. R. Morales N. 2008. Manejo y aprovechamiento de la vegetación. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnologías en pastizales y producción animal. INIFAP. Libro técnico núm. 2. Chihuahua, México. p. 76.

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

Steenbergh, W. F. & 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.

Stoddart, L. A., A. D. Smith and T. W. Box. 1975. Range management. 3 ed. p. 433.

Torres R., E. 2003. Radiación solar. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Agrometeorología. p. 10.

Vallentine, J. F. 1977. Range development and improvements. Brigham Young University Press. Provo, Utah. p 1.

Vargas L., S. 1990. La ganadería familiar y el manejo de los recursos utilizados en el ejido Agua Nueva, Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 100, 314.

Zúñiga, B., G. Malda y H. Suzán. 2005. Interacciones planta-nodrizo en *Lophophora diffusa* (Cactaceae) en un desierto subtropical de México. Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro. Centro Universitario, Querétaro, México. BIOTROPICA. 37(3): 351–356.

APÉNDICE

Tabla A 1. Concentración de datos de la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	157.73	473.92	0	2507	2506.99	0	0	3.01	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	3.99	10.12	0	45	45	0	0	2.54	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	4.37	9.37	0	30.7	30.7	0	0	2.15	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	3.28	7.69	0	29	29	0	0	2.34	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	92.29	609.7	0	5018.7	5018.7	0	0	6.61	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	4.3	12.77	0	53.75	53.75	0	0	2.97	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	2.51	7.62	0	45	45	0	0	3.04	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	2.18	6.73	0	35.5	35.5	0	0	3.09	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	206.07	1119.7	0	9092.1	9092.08	0	0	5.43	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	3.82	13.55	0	67.9	67.9	0	0	3.54	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	2.9	11.69	0	87.7	87.7	0	0	4.03	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.9	6.11	0	33	33	0	0	3.21	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	113.47	330.89	0	1698	1698.03	0	0	2.92	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	5.24	15.15	0	67.32	67.32	0	0	2.89	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	2.24	6.09	0	23.5	23.5	0	0	2.71	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	1.94	5.37	0	23	23	0	0	2.76	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	61.42	248.47	0	1452.2	1452.2	0	0	4.05	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	2.09	9.06	0	51.9	51.9	0	0	4.34	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.17	4.39	0	21.5	21.5	0	0	3.74	0	R
D. Menor (cm)	T	70	1.12	4.22	0	21.5	21.5	0	0	3.77	0	R

Tabla A 2. Concentración de datos de la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	244.89	693.39	0	2832.5	2832.46	0	0	2.83	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	5.49	15.05	0	68.04	68.04	0	0	2.74	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	4	9.76	0	35	35	0	0	2.44	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	2.81	7.38	0	28	28	0	0	2.63	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	257.03	1233.3	0	9735.2	9735.17	0	0	4.8	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	4.79	16	0	85.47	85.47	0	0	3.34	0	R
D. Mayor (cm)	SE	70	2.92	9.67	0	61	61	0	0	3.31	0	R
D. Menor (cm)	SE	70	2.29	8.08	0	50.8	50.8	0	0	3.53	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	325.97	2017.6	0	16738	16738.4	0	0	6.2	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	4.52	16.29	0	86.43	86.43	0	0	3.61	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	3.34	14.34	0	111	111	0	0	4.29	0	R
D. Menor (cm)	SO	70	1.95	7.1	0	48	48	0	0	3.64	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	151.37	465.44	0	2523.6	2523.64	0	0	3.08	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	4.88	15.97	0	96.3	96.3	0	0	3.27	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	2.6	7.3	0	31.5	31.5	0	0	2.81	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	2.17	6.02	0	27.7	27.7	0	0	2.77	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	53.18	233.01	0	1367.8	1367.76	0	0	4.38	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	1.8	8.6	0	62.3	62.3	0	0	4.79	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.06	4.42	0	22.1	22.1	0	0	4.18	4.18	R
D. Menor (cm)	T	70	0.88	3.69	0	19.7	19.7	0	0	4.18	0	R

Tabla A 3. Concentración de datos de la estación de verano (18 de agosto de 2009).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	70	295.78	836.87	0	3528.6	3528.64	0	0	2.83	0	R
Crecimiento (cm)	NE	70	6.43	17.79	0	78.26	78.26	0	0	2.77	0	R
D. Mayor (cm)	NE	70	4.39	10.67	0	42	42	0	0	2.43	0	R
D. Menor (cm)	NE	70	3.15	8.15	0	32	32	0	0	2.58	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	70	202.01	732.32	0	3879.2	3879.24	0	0	3.63	0	R
Crecimiento (cm)	SE	70	5.51	17.96	0	82.56	82.56	0	0	3.26	0	R
D. Mayor (cm)	SE	60	2.52	8.06	0	36	36	0	0	3.2	0	R
D. Menor (cm)	SE	60	2.27	7.42	0	34.3	34.3	0	0	3.26	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	471.73	2315.9	0	14929	14928.9	0	0	4.91	0	R
Crecimiento (cm)	SO	80	3.33	11.28	0	68.44	68.44	0	0	3.39	0	R
D. Mayor (cm)	SO	80	4.25	16.54	0	119	119	0	0	3.89	0	R
D. Menor (cm)	SO	80	2.67	9.66	0	66	66	0	0	3.62	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	212.74	662.85	0	3399.4	3399.36	0	0	3.12	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	4.56	14.77	0	91.8	91.8	0	0	3.24	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	2.94	8.17	0	34	34	0	0	2.878	0	R
D. Menor (cm)	NO	70	2.67	7.45	0	32.3	32.3	0	0	2.79	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	45.69	230.25	0	1658.8	1658.76	0	0	5.04	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	1.53	7.19	0	48.8	48.8	0	0	4.7	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	0.9	3.94	0	24	24	0	0	4.36	0	R
D. Menor (cm)	T	70	0.8	3.57		22	22	0	0	4.48	0	R

Tabla A 4. Concentración de datos de la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Variables	Orientación	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	NE	68	346.5	895.91	0	3724.7	3724.7	0	0	2.59	0	R
Crecimiento (cm)	NE	68	7.58	19.77	0	78.4	78.4	0	0	2.61	0	R
Fitomasa (g)	NE	66	1.14	3.14	0	13	13	0	0	2.74	0	R
D. Mayor (cm)	NE	68	4.74	10.96	0	44	44	0	0	2.31	0	R
D. menor (cm)	NE	68	3.83	9.22	0	38	38	0	0	2.41	0	R
Cobertura (cm ²)	SE	72	427.61	2026	0	16336	16336	0	0	4.74	0	R
Crecimiento (cm)	SE	72	6.78	21.54	0	118	118	0	0	3.18	0	R
Fitomasa (g)	SE	70	1.38	4.27	0	19	19	0	0	3.09	0	R
D. Mayor (cm)	SE	72	4.02	11.84	0	65	65	0	0	2.95	0	R
D. menor (cm)	SE	72	3.4	11.91	0	80	80	0	0	3.5	0	R
Cobertura (cm ²)	SO	70	132.13	628.41	0	3820.2	3820.2	0	0	4.76	0	R
Crecimiento (cm)	SO	70	4.55	21.1	0	116.64	116.64	0	0	4.64	0	R
Fitomasa (g)	SO	69	0.59	2.8	0	16	16	0	0	4.77	0	R
D. Mayor (cm)	SO	70	1.31	5.9	0	32	32	0	0	4.49	0	R
D. menor (cm)	SO	70	1.56	6.89	0	38	38	0	0	4.43	0	R
Cobertura (cm ²)	NO	70	276.51	876.53	0	4637	4637	0	0	3.17	0	R
Crecimiento (cm)	NO	70	8.36	25.6	0	127.2	127.2	0	0	3.06	0	R
Fitomasa (g)	NO	69	1.3	3.78	0	16	16	0	0	2.92	0	R
D. Mayor (cm)	NO	70	3.13	8.8	0	36	36	0	0	2.81	0	R
D. menor (cm)	NO	70	3.19	9.09	0	41	41	0	0	2.85	0	R
Cobertura (cm ²)	T	70	82.02	431.93	0	3185.6	3185.6	0	0	5.27	0	R
Crecimiento (cm)	T	70	3	15.2	0	115	115	0	0	5.07	0	R
Fitomasa (g)	T	70	0.31	1.7	0	11.5	11.5	0	0	5.42	0	R
D. Mayor (cm)	T	70	1.24	5.76	0	39	39	0	0	4.66	0	R
D. menor (cm)	T	70	1	4.45	0	26	26	0	0	4.45	0	R

Tabla A 5. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de invierno (04 de febrero de 2009).

Variables	Especies*	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	Aa	50	475.1	627.54	0	2506.99	2506.99	94.48	0	1.32	4.82	R
Crecimiento (cm)	Aa	50	23.24	23.45	0	67.9	67.9	20.62	0	1.01	1.01	R
Cobertura (cm ²)	As	50	74.59	309.98	0	1796.99	1796.99	0	0	4.16	0	R
Crecimiento (cm)	As	50	0.54	2.12	0	10.8	10.8	0	0	3.94	0	R
Cobertura (cm ²)	Pg	50	2.24	15.86	0	112.16	112.16	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	Pg	50	0.2	1.41	0	10	10	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Asa	50	14.95	105.7	0	747.39	747.39	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	Asa	50	0.7	4.56	0	32.2	32.2	0	0	6.5	0	R
Cobertura (cm ²)	Or	50	322.46	1463.9	0	9092.08	9092.08	0	0	4.54	0	R
Crecimiento (cm)	Or	50	2.58	7.16	0	33	33	0	0	2.78	0	R

*Aa= *Agave atrovirens* (maguey manso).

As= *Agave scabra* (maguey áspero).

Pg= *Prosopis glandulosa* (mezquite).

Asa= *Agave salmiana* (salmiana).

Or= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

Nota: no se incluyen Ac (*Atriplex canescens*) y An (*Atriplex numularia*), porque no sobrevivieron.

Tabla A 6. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de primavera (19 de mayo de 2009).

Variables	Especies*	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	Aa	50	810.69	911.91	0	2832.46	2832.46	550.12	0	1.13	1.39	R
Crecimiento (cm)	Aa	50	26.31	29.41	0	96.3	96.3	17.07	0	1.18	1.41	R
Cobertura (cm ²)	As	50	0.47	3.33	0	23.56	23.56	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	As	50	0.1	0.71	0	5	5	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Pg	50	2.74	19.35	0	136.82	136.82	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	Pg	50	0.018	0.13	0	0.9	0.9	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Asa	50	15.96	107.97	0	763.41	763.41	0	0	6.77	0	R
Crecimiento (cm)	Asa	50	0.82	4.21	0	25.83	25.83	0	0	5.11	0	R
Cobertura (cm ²)	Or	50	615.54	2720.3	0	16738.41	16738.4	0	0	4.42	0	R
Crecimiento (cm)	Or	50	2.82	7.82	0	31.7	31.7	0	0	2.78	0	R

*Aa= *Agave atrovirens* (maguey manso).

As= *Agave scabra* (maguey áspero).

Pg= *Prosopis glandulosa* (mezquite).

Asa= *Agave salmiana* (salmiana).

Or= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

Nota: no se incluyen Ac (*Atriplex canescens*) y An (*Atriplex numularia*), porque no sobrevivieron.

Tabla A 7. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de verano (18 de agosto de 2009)

Variables	Especies*	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	Aa	50	1046.33	1252.1	0	3879.24	3879.24	552.29	0	1.2	1.83	R
Crecimiento (cm)	Aa	50	25.49	28.31	0	91.8	91.8	13.64	0	1.11	1.73	R
Cobertura (cm ²)	As	50	1.98	13.99	0	98.96	98.96	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	As	50	0.064	0.45	0	3.2	3.2	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Pg	50	4.54	32.09	0	226.98	226.98	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	Pg	50	0.016	0.11	0	0.8	0.8	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Asa	50	23.55	127.53	0	845.12	845.12	0	0	5.42	0	R
Crecimiento (cm)	Asa	50	0.922	4.81	0	30.5	30.5	0	0	5.21	0	R
Cobertura (cm ²)	Or	50	696.68	2894.9	0	14928.85	14928.9	0	0	4.16	0	R
Crecimiento (cm)	Or	50	2.96	8.33	0	33	33	0	0	2.81	0	R

*Aa= *Agave atrovirens* (maguey manso).

As= *Agave scabra* (maguey áspero).

Pg= *Prosopis glandulosa* (mezquite).

Asa= *Agave salmiana* (salmiana).

Or= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

Nota: no se incluyen Ac (*Atriplex canescens*) y An (*Atriplex numularia*), porque no sobrevivieron.

Tabla A 8. Concentración de datos de cada una de las especies en la estación de otoño (09 de noviembre de 2009).

Variable	Especies*	N	\bar{x}	D.E.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C.D. %	Normalidad
Cobertura (cm ²)	Aa	50	1245.57	1446.9	0	4636.99	4636.99	248.97	0	1.16	4.95	R
Crecimiento (cm)	Aa	50	37.65	42.22	0	127.2	127.2	17.1	0	1.12	2.13	R
Fitomasa (g)	Aa	50	513.15	619.45	0	2329.56	2329.56	22.25	0	1.207	23	R
Cobertura (cm ²)	As	50	18.16	128.4	0	907.92	907.92	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	As	50	0.24	1.7	0	12	12	0	0	7.07	0	R
Fitomasa (g)	As	50	0.27	1.89	0	13.34	13.34	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Pg	50	2.26	15.99	0	113.1	113.1	0	0	7.07	0	R
Crecimiento (cm)	Pg	50	0.018	0.13	0	0.9	0.9	0	0	7.07	0	R
Fitomasa (g)	Pg	50	12.46	88.09	0	622.91	622.91	0	0	7.07	0	R
Cobertura (cm ²)	Asa	50	44.905	267.93	0	1863.53	1863.53	0	0	5.967	0	R
Crecimiento (cm)	Asa	50	1.306	7.638	0	52.8	52.8	0	0	5.85	0	R
Fitomasa (g)	Asa	50	4.99	29.59		205.33	205.33	0	0	5.92	0	R
Cobertura (cm ²)	Or	50	463.02	2353.5	0	16336.28	16336.3	0	0	5.08	0	R
Crecimiento (cm)	Or	50	3.13	8.33	0	31	31	0	0	2.66	0	R
Fitomasa (g)	Or	50	194.467	698.81	0	3848.83	3848.83	0	0	3.59	0	R

*Aa= *Agave atrovirens* (maguey manso).
 As= *Agave scabra* (maguey áspero).
 Pg= *Prosopis glandulosa* (mezquite).
 Asa= *Agave salmiana* (salmiana).
 Or= *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

Nota: no se incluyen Ac (*Atriplex canescens*) y An (*Atriplex numularia*), porque no sobrevivieron.

