

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACION DE ARBUSTOS  
FORRAJEROS CON DOS MEJORADORES DE SUELO,  
COMO OPCION PARA SISTEMAS SILVOPASTORILES

ADRIAN FLORES VARILLA

# TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

SEPTIEMBRE DE 2002



13763

BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATC  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE ARBUSTOS  
FORRAJEROS CON DOS MEJORADORES DE SUELO,  
COMO OPCIÓN PARA SISTEMAS SILVOPASTORILES**

**ADRIAN FLORES VARILLA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
SEPTIEMBRE DE 2002**

13763



**BIBLIOTECA  
EQUIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE ARBUSTOS FORRAJEROS  
CON DOS MEJORADORES DE SUELO, COMO OPCIÓN PARA  
SISTEMAS SILVOPASTORILES**

TESIS

POR

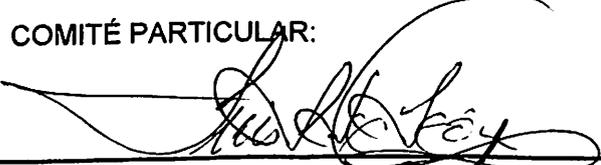
**ADRIAN FLORES VARILLA**

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES**

COMITÉ PARTICULAR:

Asesor principal:

  
M. C. Luis Lauro de León González

Asesor:

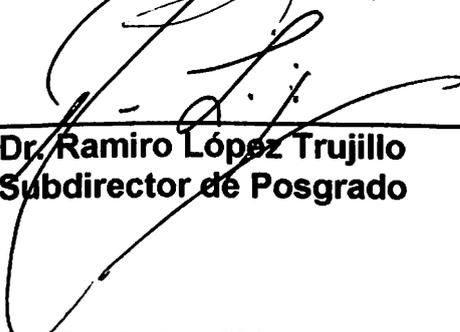
  
M. C. Luis Pérez Romero

Asesor:

  
M. Sc. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor:

  
M. C. Félix de Jesús Sánchez Pérez

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 2002.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por permitirme llegar hasta esta parte de mi vida.

Al **Ing. Luis Lauro de León González**, por su amistad, el gran apoyo y por guiarme a lo largo de mi estancia en la maestría.

Al **Ing. Luis Pérez Romero**, por la revisión y sugerencias para un buen termino del presente trabajo.

Al **Ing. Juan Ricardo Reynaga Valdés**, por las sugerencias aportadas al buen desarrollo del presente trabajo.

Al **Ing. Félix de Jesús Sánchez Pérez**, por su apoyo a la realización y revisión del análisis estadístico.

Al **Ing. Roberto Rodríguez Valdés**, propietario del Rancho El Cuervo, por permitirme realizar este estudio.

A todo el **personal docente** del Depto. de Recursos Naturales Renovables y a quienes integran el programa de Maestría en Manejo de pastizales por transmitirme sus conocimientos.

A los Trabajadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables: Sr. Jesús Cabrera Torres -Auxiliar de investigación-, Sr. Francisco de Asís García Mtz. -Asistente Técnico-, y Everardo Reyes Lucio -Dibujante-, por su ayuda en la toma de datos de campo.

Al personal administrativo del Depto. de Recursos Naturales Renovables: Lourdes Robledo, Leticia Lara, Omega, Norma y Silvia, por todo su apoyo

durante la realización de mi maestría y durante la culminación de este trabajo de tesis.

A mis compañeros de la maestría: Genaro, Eliud, Omar y Alejandro, en especial a Eloy Alejandro, por su amistad brindada y apoyo en el último semestre de la maestría.

A todos mis compañeros de las diferentes programas de las maestrías dentro de la universidad.

A todos aquellas personas que me rodearon y que a la mente no me vienen en estos momentos, quiero decirles que cada uno de ustedes contribuyó de alguna manera a que lograra esta meta ... obtener mi grado de maestría.

**GRACIAS**

## DEDICATORIA

*¡Día a día , en todos los sentidos, mejoro y mejoro!*

Emil Coué

*¡Nunca... nunca... nunca... nunca... nunca...*

*nunca... te des por vencido!*

Winston Churchill

### **A DIOS:**

Por permitirme estar en esta vida terrenal; el ser todopoderoso que todo lo ve y que todo lo que hagamos se nos regresa el doble; y a la **Stma. Virgen de Guadalupe**, que en los momentos más difíciles me iluminó y guió a buen término.

### **A MIS PADRES:**

*Gumersindo Flores Ayala y Gloria Varilla Hernández*

Gracias por todo ese amor que me han dado a lo largo de mi vida y que Dios me los bendiga por siempre.

### **A MIS HERMANOS:**

Pablo, José Guadalupe, Ma. del Carmen, Rosa, Rosario, Gabriel, Gumecindo, Dolores, Juan de Dios, Claudia y muy en especial a Elizabeth, que espero y tengo fe en Dios en que te de fortaleza en tu salud. Así como a sus respectivos esposos (as). Gracias por su apoyo y comprensión de estar lejos físicamente, pero cerca en esencia.

## **A TI MUJER:**

Que al leer estas líneas te des cuenta lo mucho que te amo y más no quiero adelantarme a los hechos de la vida, tan sólo te diré que a lo largo de mi maestría eras y seguirás siendo la fuente de mi inspiración, pero que sólo el tiempo determinará nuestras vidas y gracias por ...

## **A MIS TIOS:**

José Flores Ayala y Margarita Carrillo de Flores; mis primas Ma. Guadalupe, Angélica y Yolanda; y sus esposos, por el apoyo brindado a lo largo de mi estancia en Saltillo.

## **A MIS SOBRINOS:**

Los seres queridos que son el futuro de nuestro mundo, que constantemente tiene cambios.

## **A MI ALMA TERRA MATER:**

El lugar donde me he forjado y que entre sus aulas he aprendido el saber de la ciencia agropecuaria.

**COMPENDIO**

**Establecimiento y Evaluación de Arbustos Forrajeros con Dos  
Mejoradores de Suelo, Como Opción Para  
Sistemas Silvopastoriles**

**POR**

**ADRIAN FLORES VARILLA**

**MAESTRÍA**

**MANEJO DE PASTIZALES**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. SEPTIEMBRE DE 2002**

**M. C. Luis Lauro de León González -- Asesor --**

Palabras clave: Arbustos forrajeros, mejoradores de suelos, sistemas silvopastoriles, establecimiento, cobertura aérea, crecimiento, fitomasa aérea.

El objetivo de este estudio fue el de establecer y evaluar arbustos forrajeros al aplicar dos mejoradores de suelo, como una opción para sistemas silvopastoriles. Se realizó en el Rancho El Cuervo, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, localizado en los 25° 04' 10" de latitud norte y 101° 36' 08" de longitud oeste. Se evaluaron siete arbustos: mezquite, guayacán, costilla de vaca, cosahui, maguey áspero, maguey manso y numularia. Se utilizaron el nutrimento enraizador (T1) y sustancias húmicas (T2) como mejoradores y se compararon con el testigo (T0). El período fue de un año, de agosto de 2000 a

septiembre de 2001. Se evaluó el establecimiento de acuerdo al número de plantas vivas al final del período; cobertura aérea por medio de la línea de Canfield; crecimiento a través del grosor del diámetro del tallo y para los magueyes la longitud de la penca; fitomasa aérea se estimó por la técnica Adelaide. El análisis estadístico para cobertura fue bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4 x 3; en establecimiento mediante la prueba Q de Cochran. En crecimiento y fitomasa aérea se aplicó una estadística descriptiva, por el programa estadístico NCSS6.0.

Mediante la prueba de Q de Cochran, para **establecimiento** se obtuvo que los tratamientos aplicados para cada una de las especies fueron diferentes significativamente. En mezquite, T1 presentó un incremento del 7.7 por ciento sobre el testigo, mas no así T2 que obtuvo un decremento del 13.8 por ciento. En guayacán, T1 y T2 resultaron con un incremento del 45.9 por ciento con respecto al testigo. Para costilla de vaca, T1 fue mejor ya que obtuvo un incremento de 2.5 por ciento respecto a T0, mas no así T2 que resultó con un decremento del 7.5 por ciento. En maguey manso, T1 y T2 resultaron con un decremento del 2.5 y 3.7 por ciento, con respecto a T0, por lo que no se presentó efecto de tratamientos. Por último, en maguey áspero T1 resultó con una mejor respuesta al presentar un incremento del siete por ciento sobre T0, en contrario con T2 que resultó con un decremento del 12.7 por ciento. En el análisis de varianza para **cobertura aérea**, el efecto entre tratamientos fue altamente significativo para guayacán y maguey manso y no significativos para mezquite, costilla de vaca y maguey áspero. En guayacán, las medias de T2 y

T1 fueron de 4.1952 y 3.3944 cm, por lo que para esta especie si se presentó el efecto de tratamientos, ya que T0 registró 2.1797 cm. En maguey manso, T1 presentó la mejor respuesta (23.8170 cm) mas no así T2 (19.4948 cm), el cual fue superado por T0 (22.0785 cm). En la variable de **crecimiento**, el mezquite, a los tres meses, T2 superó con 0.01 cm a T0. En tanto que a los 12 meses T2 fue mayor, seguido de T1, los cuales superaron a T0, con 0.05 y 0.04 cm. En guayacán, a los tres meses, T2 superó a T0 y T1 con 0.05 cm y a los 12 meses, T2 resultó mayor a T0 con 0.01 cm, pero el T1 fue menor, con 0.04 cm a T0. Para costilla de vaca, se observó que a los tres meses T1 fue mayor con 0.04 cm que T0 y para T2 no se presentó efecto; a los 12 meses, T1 fue mayor con 0.03 cm sobre T0 y T2 también fue mayor, con 0.01 cm. En maguey manso, a los tres meses, T1 fue el de mayor efecto, ya que presentó una diferencia de 0.86 cm con respecto a T0 y para T2 no hay efecto; a los 12 meses se observaron estos mismos efectos. En maguey áspero, se observó que T2, a los tres y 12 meses, fue mayor a T0, ya que las diferencias fueron de 1.89 y 0.91 cm, respectivamente y sin efecto en T1. Para **fitomasa aérea**, los tratamientos se contrastaron contra el testigo y se indican con un decremento o incremento. En mezquite, se observó que las sustancias húmicas fueron mejores ya que presentaron un incremento de 0.1168 g, seguido del nutrimento enraizador con un incremento de 0.0701 g. En guayacán, no hubo efecto de tratamientos. En costilla de vaca, los tratamientos T1 y T2 observaron un incremento de 0.9406 y 0.5037 g, por lo que el mejor fue el nutrimento enraizador seguido de sustancias húmicas. En maguey manso, los tratamientos no tuvieron efecto. En maguey áspero, el mejor tratamiento fueron las sustancias húmicas, con un incremento

de 1.8268 g, mientras que el nutrimento enraizador no presentó efecto, con un decremento de 10.3432 g.

Para todas las variables y principalmente para establecimiento, se vieron afectadas por diversos factores, uno de ellos fue el daño causado por la fauna silvestre, principalmente por venados, liebres, conejos y ratones. En la especie numularia se observó, desde la primer toma de datos, que ésta fue consumida por la fauna, en cosahui, las plantas se secaron, esto sucedió a lo largo del período de estudio, lo cual puede ser debido a que no toleró el trasplante; por lo que en ambas especies se presentó una mortandad del 100 por ciento.

**ABSTRACT**

**Trasplant and Evaluation of Forage Shrubs with  
Two Soil Developers, as an Option for  
Silvopastorils Systems.**

**BY**

**ADRIAN FLORES VARILLA**

**MASTER IN SCIENCE**

**RANGE MANAGEMENT**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. SEPTEMBER 2002**

**M. C. Luis Lauro de León González -- Adviser --**

Key words: Forage shrub, soil developers, silvopastorils systems, establishment, aerial cover, aerial phytomass.

The objective of this study was to establish and to evaluate shrubs for forage when applying two soil developers, as an option for silvopastorils systems. It was carried out in the Ranch El Cuervo, municipality of Parras de

la Fuente, Coahuila, Mexico, located in the 25° 04' 10" of north latitude and 101° 36' 08" of west longitude. Seven shrubs were evaluated: mesquite, guayacan, fourwing saltbush, fairy duster, agave pulque, hardy succulent and numularia. The rooted nutriment (T1) and humic substances (T2) were used as developers of soil and they were compared with the control (T0). The period for this study was of one year, of August of 2000 to September of 2001. The establishment was evaluated according to the number of plants alive at the end of the period; for aerial cover was used the line of Canfield; growth was studied through the thickness of the diameter of the stem and for the agaves the length of the penca leaves; aerial phytomass was estimated for the Adelaide technique. The statistical analysis for aerial cover was evaluated with completely randomized blocks design with factorial arrangement 3 x 4 x 3; establishment was studied with the test Q of Cochran. In growth and aerial phytomass a descriptive statistic was applied, by the statistical program NCSS6.0.

By means of the test of Q of Cochran, for **establishment** it was obtained that the treatments applied for each one of the species were significantly different. In mesquite, T1 presented an <sup>xiii</sup> increment of 7.7 percent higher than the control, but not thus T2 that obtained a decrement of lower than 13.8 percent. In guayacan, T1 and T2 were an increment of 45.9 percent with respect to the control. For fourwing saltbush, T1 was better since it obtained an increment of 2.5 higher than percent with respect to T0, but not thus T2 that resulted with a decrement of 7.5 percent. In agave pulque, T1 and T2 resulted with a decrement of the 2.5 and 3.7 percent, with respect to T0, for what effect of treatments was

not presented. Finally, in hardy succulent T1 was with a better answer when presenting an increment of seven percent on T0, in contrary with T2 that resulted with a decrement of 12.7 percent. In the analysis of variance for **aerial cover**, the effect among treatments was highly significant for guayacan and agave pulque and non significant for mesquite, fourwing saltbush and hardy succulent. In guayacan, the averages of T2 and T1 were of 4.1952 and 3.3944 cm, for this species if the effect of treatments was presented, since T0 registered 2.1797 cm. In agave pulque, T1 presented the best answer (23.8170 cm) but not thus T2 (19.4948 cm), which was overcome by T0 (22.0785 cm). In the variable of **growth**, the mesquite, at three months, T2 overcame with 0.01 cm to T0. As long as to the 12 months T2 was bigger, followed by T1, which overcame T0, with 0.05 and 0.04 cm. In guayacan, to the three months, T2 overcame T0 and T1 with 0.05 cm and to the 12 months, T2 was bigger to T0 with 0.01 cm, but the T1 was smaller, with 0.04 cm to T0. For fourwing saltbush, it was observed that to the three months T1 was bigger with 0.04 cm than T0 and T2 stops effect it was not presented; to the 12 months, T1 was bigger with 0.03 cm it has more than enough T0 and T2 it was also bigger, with 0.01 cm. In agave pulque, to the three months, T1 was that of more effect, since it presented a significant difference of 0.86 cm with regard to T0 and T2 stops there is not effect; at the 12 months these same effects were observed. In hardy succulent, it was observed that T2, to the three and 12 months, went bigger to T0, since the differences were of 1.89 and 0.91 cm, respectively and without effect in T1. For **aerial phytomass**, the treatments were contrasted against the control and they are indicated with a decrement or increment. In mesquite, it

was observed that the humic substances were them improved since they presented an increment of 0.1168 g, followed by the rooted nutriment with an increment of 0.0701 g. In guayacan, there was not effect of treatments. In fourwing saltbush, the treatments T1 and T2 an increment of 0.9406 and 0.5037 g observed, for what the best was the rooted nutriment followed by humic substances. In agave pulque, the treatments didn't have any positive effect. In hardy succulent, the best treatment was the humic substances, with an increment of 1.8268 g, while the rooted nutriment didn't present any positive effect, with a decrement of 10.3432 g.

For all the variable and mainly for establishment, they were affected by diverse factors, one of them was the damage caused by the wild fauna, mainly for deer, hares, rabbits and mice. In the specie like numularia it was observed, from first taking of data this was consumed by the fauna, in cosahui, the plants dried off, this happened along the period of study, that which can be because it didn't tolerate the transplant; for what in both species a death toll of 100 percent was presented.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PAG.</b>
ÍNDICE DE CUADROS _____	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS _____	xx
INTRODUCCIÓN _____	1
Objetivo General _____	2
Objetivos Específicos _____	2
Hipótesis _____	3
REVISIÓN DE LITERATURA _____	4
Los Arbustos en el Sistema Silvopastoril _____	5
Importancia de los Arbustos _____	8
Descripción de Especies _____	15
Maguey manso _____	15
Maguey áspero _____	16
Cosahui _____	17
Costilla de vaca _____	18
Numularia _____	18
Guayacán _____	19
Mezquite _____	20

Descripción de productos -----	21
Nutrimento Enraizador -----	21
Sustancias Húmicas -----	22
<b>MATERIALES Y MÉTODOS -----</b>	<b>24</b>
Descripción del Área de Estudio -----	24
Materiales -----	26
Descripción de la Metodica -----	27
Asignación de Tratamientos y Especies -----	27
Metódica -----	29
Parámetros de la Vegetación -----	30
Cobertura Aérea -----	31
Fitomasa Aérea -----	31
Establecimiento -----	32
Crecimiento -----	32
Diseño y Análisis Estadístico -----	33
<b>RESULTADOS -----</b>	<b>36</b>
Establecimiento -----	36
Cobertura Aérea -----	39
Crecimiento -----	41
Fitomasa Aérea -----	45
<b>DISCUSIÓN -----</b>	<b>49</b>
Establecimiento -----	49

Cobertura Aérea	50
Crecimiento	50
Fitomasa Aérea	52
CONCLUSIONES	54
RESUMEN	56
LITERATURA CITADA	61
APÉNDICE	68

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
4.1	Efecto de los tratamientos sobre el establecimiento de arbustivas -----	37
4.2	Porcentaje de establecimiento en las cinco especies _____	38
4.3	Medias en cobertura para mezquite _____	39
4.4	Medias en cobertura para guayacán _____	39
4.5	Medias en cobertura para costilla de vaca _____	40
4.6	Medias en cobertura para maguey manso _____	40
4.7	Medias en cobertura para maguey áspero _____	41
4.8	Comparación de medias de crecimiento para mezquite _____	42
4.9	Comparación de medias de crecimiento para guayacán _____	42
4.10	Comparación de medias de crecimiento para costilla de vaca -----	43
4.11	Comparación de medias de crecimiento para maguey manso -----	44
4.12	Comparación de medias de crecimiento para maguey áspero -----	44
4.13	Comparación de medias de fitomasa aérea en mezquite _____	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
3.1	Localización del Rancho El Cuervo _ _ _ _ _	24

## INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan grandes extensiones en el mundo y en México aproximadamente el 48 por ciento de la superficie la ocupan estas zonas. Además, cada día se está perdiendo una gran parte de los recursos forestales, agrícolas y ganaderos. La erosión del suelo en el norte del país se ha presentado por un mal manejo, el decremento de la cobertura vegetal, cambio en el uso del suelo, intenso trabajo al que es sometido, entre otros. Por lo que se hace necesario desarrollar opciones de producción sustentables para la recuperación de los ecosistemas, lo que puede realizarse a través del uso de tecnologías agroforestales, uno de estos el sistema silvopastoril (árboles asociados a la ganadería y/o fauna).

Los sistemas de pastoreo en México estaban basados en los zacates y se practicaba el control de arbustos indeseables. Pero esto ha cambiado, ya que la mayoría de las especies arbustivas desempeñan un papel importante para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas, además de que proporcionan recursos: alimenticios al hombre, medicinales, artesanales, forrajeros, etc., generando beneficios económicos para la humanidad.

El establecimiento de arbustos forrajeros en el sistema silvopastoril representa una opción para las zonas áridas, ya que son alimento para el ganado, pues en invierno, la mayoría de los zacates están en letargo, mientras que algunos arbustos empiezan a rebrotar antes que los zacates.

### **Objetivo General**

- Establecer y evaluar arbustos forrajeros al aplicar dos mejoradores de suelo, como opción para sistemas silvopastoriles.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar dos mejoradores de suelo en el establecimiento de arbustos forrajeros, contando el número de plantas que sobrevivan.
- Evaluar la cobertura aérea de especies arbustivas forrajeras, aplicando dos mejoradores de suelo.
- Evaluar la fitomasa aérea total de especies arbustivas forrajeras, aplicando dos mejoradores de suelo.
- Evaluar el crecimiento de especies arbustivas forrajeras, aplicando dos mejoradores de suelo.

## Hipótesis

**Ho:** Al aplicar mejoradores de suelo, los arbustos no tendrán un mayor número de plantas establecidas, comparados con el testigo.

**Ho:** Al aplicar mejoradores de suelo, la cobertura aérea de cada especie arbustiva no será mayor, comparado con el testigo.

**Ho:** Al aplicar mejoradores de suelo, la fitomasa aérea total de cada especie arbustiva no será mayor, comparado con el testigo.

**Ho:** Al aplicar mejoradores de suelo, el crecimiento de los arbustos no será mayor, comparado con el testigo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La mayor parte de los desiertos y semidesiertos del mundo se encuentran ubicados entre los 20° y 40° de latitud en ambos hemisferios y en México más del 60 por ciento se encuentra en estas latitudes (Velasco, 1983). Jaramillo (1994) menciona que el 48 por ciento de la superficie de México es de zona árida y semiárida, abarcando varios estados del norte y ubicados dentro del desierto Chihuahuense, siendo uno de estos el Estado de Coahuila.

La necesidad de abrir nuevas áreas al cultivo para la producción de proteínas de origen vegetal en las regiones fértiles y húmedas, va dislocando la actividad pecuaria a las zonas marginales áridas y semiáridas y el aumento de ganado en estas áreas conlleva a la sobreutilización; es así como paulatinamente van desapareciendo los efectos producidos por los árboles, arbustos y especies herbáceas, reduciendo las defensas contra la erosión eólica, contra la erosión producida durante la estación de lluvias, cambios en la temperatura del suelo y una marcada desecación de los mismos (Maldonado, 1989).

Las especies tolerantes a la sequía se caracterizan por su capacidad para resistir a la desecación sin resentir un daño irreparable. El pastizal, por lo

general, no sólo requiere más humedad que un desierto, sino también una mejor distribución estacional de la misma. Debe haber una cantidad regular de humedad durante una estación de crecimiento razonablemente larga (Cronquist, 1978).

### **Los Arbustos en el Sistema Silvopastoril**

Combe y Budowski (1979) definen el sistema agroforestal como el conjunto de técnicas de manejo de tierras que implica la combinación de los árboles forestales, ya sea con la ganadería o con los cultivos. La combinación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo o en el espacio. Esto tiene por objeto optimizar la producción por unidad de área, respetando el principio de rendimiento. Por lo que de acuerdo a esta definición, los sistemas agroforestales se clasifican como:

- **Sistemas silvoagrícolas:** árboles asociados a cultivos agrícolas.
- **Sistemas agrosilvopastoriles:** árboles asociados a los cultivos agrícolas y a la ganadería.
- **Sistemas silvopastoriles:** árboles asociados a la ganadería.

Briscoe (1979) señala que otro aspecto importante de estos sistemas silvopastoriles, son los cercos vivos y los árboles asociados a él. El cerco vivo cumple con dos propósitos básicos: 1) delimitar propiedades y 2) proporcionar productos tales como leña, fruta, forraje, etc. que satisfagan una necesidad humana, además de que estos productos contribuyen a dar una mayor

independencia productiva, permanencia y afianzamiento del productor del medio rural (FAO, 1993).

Un arbusto es una planta cuyos tallos tienen consistencia leñosa, una altura inferior a los cuatro metros y que generalmente se ramifica desde el nivel del suelo. Por lo que un arbusto es forrajero si el ganado lo consume voluntariamente, no contiene sustancias tóxicas y es capaz de proveer de algunos nutrimentos a los animales (Camacho, 2001)

García y Romero (1994) definen el aprovechamiento múltiple de los recursos naturales como el manejo de dos o más recursos tangibles o no, sobre un área específica de tierra o de agua. Además, mencionan que hay principios y prácticas del aprovechamiento, los cuales son: restricciones ecológicas, programación y localización de aprovechamiento, sustitución de aprovechamiento, armonización entre usuarios, reversibilidad, cambios en el valor de los productos, régimen de tenencia y por último, planificación y manejo.

Un árbol de uso múltiple es un árbol que claramente constituye un componente esencial de un sistema agroforestal. A pesar del número de usos potenciales o actuales, un árbol de uso múltiple debe tener la capacidad de proveer en sus funciones específicas, del sistema una contribución sustancial y reconocible para la sostenibilidad de los rendimientos, para el aumento de los productos y/o la reducción de los insumos y para la estabilidad ecológica de este sistema. Sólo un árbol que es conservado y mantenido o introducido en un

sistema agroforestal, especialmente para uno o más de estos propósitos, se califica como un árbol de uso múltiple (Von, 1984). En tanto que Nair (1997), menciona que los árboles de usos múltiples se ven como aquellos árboles y arbustos que son deliberadamente mantenidos y manejados para más de un uso, producto, y/o servicio preferido; la retención o cultivo de estos árboles es motivada, en forma general, por razones económicas pero también algunas veces por razones ecológicas, en un sistema de uso de la tierra de inversiones múltiples. Dicho simplemente, el término usos múltiples como se aplica a los árboles para la agroforestería, se refiere a su uso para más de un servicio o función productiva en un sistema agroforestal.

Kass (1994) menciona que para la domesticación de árboles, en un sistema agroforestal, se deben considerar siete actividades diferentes: 1) manipulación silvicultural; 2) mejoramiento de la productividad de los sitios; 3) control de agentes destructivos; 4) evolución de los árboles bajo la selección natural; 5) selección seminatural bajo manejos socio-agriculturales en que se cultivan los árboles; 6) selección consciente de las características deseadas; y 7) respuesta correlacionada a la selección humana que normalmente toma la forma de reducción de partes de la planta no deseada.

En zonas áridas se menciona que los objetivos de una transformación del ecosistema se puede categorizar en elevar la productividad del sistema y mejorar la calidad de la producción. Esta transformación se debe basar en principios y leyes de validez universal, por lo que debe existir un marco

conceptual dentro del cual se planifique esta misma, que luego de compararse las posibles rutas, se elijan aquellas que se aproximen a un óptimo de los recursos del ecosistema (Nava *et al.*, 1976a).

En otros estudios, Nava *et al.* (1976b) concluyeron que el ecosistema representa la unidad básica del trabajo de la ciencia silvoagropecuaria y consta de dos atributos fundamentales: arquitectura y funcionamiento. La arquitectura representa el aspecto anatomo-morfológico en el cual se centra el proceso de funcionamiento. El estado óptimo no implica necesariamente un equilibrio del sistema, sino que la relación entre los componentes sea la más adecuada.

### **Importancia de los Arbustos**

Bach (1992) menciona que se debe reunir información y material genético para la conservación/caracterización de especies arbóreas propias de zonas áridas y semiáridas, que sean de importancia vital para la población rural en zonas cuya única fuente es la obtención de forraje, leña y madera para construcción.

Los arbustos o árboles sirven como barreras rompeviento, por ello Velasco (1991) menciona que la implementación de estas barreras son una opción para evitar en parte la erosión eólica; para ello, la barrera puede ser construida por una o varias líneas de árboles o arbustos de tal manera que ésta sea lo suficientemente alta y densa. Algunas de las especies de arbustos

utilizadas para este fin, son: costilla de vaca, hojaseén, gobernadora, sotol, nopal, garambullo, cholla, coyonoxtle, etc.

Los arbustos forrajeros constituyen una fuente importante de proteína para los animales, principalmente durante las épocas desfavorables en que las herbáceas no crecen. Por lo que la diferencia entre los arbustos y los zacates reside en su fitomasa en pie y en los componentes de la productividad (Welch, 1988). Cook (1972), Harris (1972), Villena y Pfister (1990), entre otros, han realizado estudios sobre el valor nutritivo de los arbustos. Ramírez (1996) realizó una revisión de literatura sobre el potencial del follaje en especies de árboles y arbustos como alimento para los animales, estos como fuentes de nutrimentos y fuentes de energía. Foroughbackhch *et al.* (1997) realizaron un estudio con el objetivo de determinar y comparar la composición química de diez arbustos nativos que crecen en el noreste de México.

Dentro de los arbustos forrajeros, el grupo de las leguminosas arbustivas son de los más importantes que existen en el país, muchas de estas especies crecen espontáneamente en las zonas semiáridas o francamente áridas desde el centro hasta la frontera con los Estados Unidos (Flores, 1981). Es una de las principales familias en el desierto chihuahuense, cuyos géneros más importantes son *Prosopis* y *Acacia*, cuenta con 33 géneros y 116 especies (Hossein y Maldonado, 1982) además de requerir bajas precipitaciones para su establecimiento, desarrollo y producción, ayudan a mejorar los suelos y brindar alimento al ganado con aceptables propiedades nutritivas (Agredano, 1986). De

sus características distintivas se mencionan: que proveen forraje de alta calidad para alimentar al animal, proporcionan acolchados ricos en nitrógeno para los sistemas de cultivos, son una fuente de frutas y verduras para el consumo humano y estabilizan las laderas contra la erosión, entre otros (Gutteridge y Shelton, 1994)

La cobertura de vegetación en arbustos y árboles se considera como un componente principal y de importancia para el hábitat de la fauna, ya que se consideran dos funciones principales: como cobertura térmica de protección contra condiciones climáticas adversas y cobertura de seguridad que permite lugares de escondite o rutas de escape contra depredadores y cazadores (Urness, 1989; Mysterud y Ostbye, 1999) y son áreas adecuadas para el apareamiento, nacimiento y crianza (González, 1999). Payne y Briant (1994) consideran que los arbustos plantados pueden incrementar la cantidad y calidad de forraje para la fauna de ungulados y proveer un microhábitat único para las aves y mencionan la preferencia de algunas partes de los arbustos y en los períodos que más los consumen, por ejemplo: del mezquite hojas, flores y frutos en otoño e invierno; del cosauí las hojas en invierno y del guayacán hojas y ramillas en primavera.

Los arbustos se utilizan para la rehabilitación y el control de la erosión, ya que estos han evolucionado en ambientes donde las condiciones climáticas adversas son frecuentemente una regla, además de que parecen adaptarse a las variaciones y fluctuaciones a las condiciones de la humedad en el suelo

(Hansen, 1989). Nava y Pérez (1987) mencionan que el *Atriplex canescens* tiene importancia en la transformación de estos ecosistemas, ya que a partir de sus elementos disclimax puede conducirse al proceso de su mejoramiento con etapas de mayor utilización.

Vázquez *et al.* (1999) realizaron un manual de árboles y arbustos nativos para la restauración ecológica y la reforestación, en el que se presenta la información de 240 especies leñosas nativas de México, las que se seleccionaron bajo el criterio de ser especies multipropósito, esto es, su importancia para el ambiente, utilidad para el hombre y por presentar características prometedoras para emplearse en programas de restauración y reforestación en las diferentes regiones ecológicas del país. La investigación se caracterizó por ser documental y la información se reunió de fuentes confiables como artículos publicados en revistas científicas, monografías, reportes, informes, tesis, libros, consultas a INTERNET y herbarios. Además, este trabajo incluye monografías para 70 de las 240 especies leñosas seleccionadas, las cuales contienen la información botánica, ecológica y agronómica básica disponible para apoyar la tarea de las personas interesadas en la conservación de la biodiversidad.

Camacho (2001) realizó un manual para el establecimiento de arbustos forrajeros con el fin del que el productor obtenga un aprovechamiento económico en el plazo de uno a dos años, en lo que se destaca que si el almácigo se hace de febrero a marzo las plantas se pueden plantar para julio, si

el almácigo se hace hasta julio habrá que esperar hasta el año siguiente para plantar, cuando la temporada de lluvias esté establecida. Recomienda que se retrase el apacentamiento de dos a tres años después de realizada la plantación, aunque en el caso de la fauna silvestre, los roedores constituyen una limitante en el establecimiento, por lo que se hace uso de jaulas de tela de alambre; esto se puede evitar, utilizando plantas de 40 cm de altura y diámetro de tallos de 0.5 a un centímetro. Borel (1993) menciona que si se pretende establecer un sistema silvopastoril de larga duración, la densidad en los árboles no puede regirse por los mismos principios de la silvicultura de plantaciones puras, ya que se tiene que prever una entrada de luz que garantice la producción de zacate. Es así que las características deseables en arbustos para producción de forraje son: respuesta a la poda o ramoneo, profundo enraizamiento, forma arbustiva, fijación de nitrógeno; si se quiere además incrementar la sombra para el ganado: un dosel amplio y producción de vainas; al contrario, si se busca potencial de producción de árboles maderables: dosel pequeño, tronco elevado y recto, etc.

López (1986) menciona que para la plantación del maguey, ésta va a depender del propósito que se persiga; para plantaciones comerciales puede ser de cuatro metros entre plantas y de cinco o seis metros entre surcos.

Los valores obtenidos al probar la técnica en arbustos medianos de Australia, *Atriplex vesicaria* y *Maireana sedifolia*, con datos recabados en varias épocas y en un periodo de tres años, muestrándose mañana y tarde en

períodos de cuatro días, se encontró una alta consistencia entre las lecturas matutinas y vespertinas, aunque se observó un ligero aumento (no significativo) durante la tarde, lo cual refleja un daño ligero que es inevitable a la unidad de referencia, esta diferencia fue menor a un cuatro por ciento en ambas especies (Andrew *et al.*, 1981). Estos mismos autores, al buscar qué tan dependiente es la curva de calibración en la selección de los arbustos de calibración y qué tan exacta puede ser la ecuación de conversión al predecir el forraje en arbustos apacentados, tan marcadamente diferentes a aquellos seleccionados para la calibración, encontraron que la selección de los arbustos de calibración no afecta significativamente las relaciones de conversión.

Cabral y West (1986) compararon la eficiencia de la técnica de la unidad de referencia, contra la técnica del corte y pesado de un arbusto de porte pequeño (*Ceratoides lanata*) en plantas de diferente altura e historial de uso, encontrándose que la técnica de la unidad de referencia fue precisa, exacta y eficiente en la predicción del follaje aunque las formas y tamaños de los arbustos diferían enormemente. Esta adecuada predicción probablemente sea debido a que la mente y los ojos pueden compensar mejor las variaciones en la densidad de hojas y ramas. Por el contrario los autores mencionan como la principal desventaja de esta técnica, la fatiga mental originada por la necesidad de una gran concentración.

Dentro del grupo de métodos no destructivos o indirectos, se incluye a los de estimación visual, los que se caracterizan por utilizar el corte para

realizar comparaciones con las estimaciones (Pieper, 1978) y, de las técnicas a través de estimaciones visuales, González (1999) menciona que la técnica Adelaide es una de las más usadas en la actualidad para medir producción de biomasa en zonas semiáridas y áridas.

La sobrevivencia se expresa en porcentaje, por lo que no hay una técnica específica, ya que sólo se requiere contar el número de plantas que sobreviven a un período establecido, así por ejemplo, Villalón (1994) realizó un trabajo en el que estableció seis especies forrajeras bajo un esquema pastoril-silvícola, en el municipio de Linares, Nuevo León. Se trazaron bordos a nivel con una distancia vertical entre bordo y bordo de 45 cm, plantando en la base superior las siguientes especies: huajillo, gavia, leucaena, nopal, tenaza y mezquite. Uno de los datos obtenidos en campo fue el de sobrevivencia, en donde el huajillo y el mezquite presentaron mayor porcentaje, con 79.6 y 77.4 por ciento, respectivamente; en tanto que para el nopal fue de 3.2 por ciento, pero esto fue debido al daño ocasionado por la fauna silvestre.

Para crecimiento, no hay una técnica específica, aquí el investigador es el que determina en qué parte de la planta va a medir el crecimiento, ya que éste puede ser en las hojas, ramas y/o tallos, su longitud, ancho o grosor; o bien la altura de la planta. Fuentes (1997) encontró que el diámetro basal medio del arbusto damiana (*Turnera diffusa*) fue mayor en una parcela sin apacentamiento comparada con la de apacentamiento, con 5.07 y 4.69 cm, respectivamente, resultando no significativa su diferencia; otra variable

evaluada fue la altura de la planta y encontró una diferencia significativa, con valores promedio, sin apacentamiento y con apacentamiento, de 48.14 y 26.14 cm, respectivamente.

Grimaldo (1998) encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los diámetros de las plantas de mimbre y tronadora provenientes de diferentes mezclas de sustratos, esto después de someterlas a un estrés hídrico por dos semanas; donde las plantas mostraron mayor crecimiento en diámetro en las mezclas de germinaza + perlita + vermiculita, Pro-MixBX + Perlita + vermiculita y Pro-MixBX con endomicorriza VA + perlita + vermiculita, con proporción de 2:1:1 para cada mezcla, el diámetro observado fue entre 2.5 a tres milímetros y las mezclas de menor respuesta fueron peat-moss blanco + perlita + vermiculita y mezcla sushine número tres + perlita + vermiculita (2:1:1, para cada mezcla), con diámetros de 1.5 a 2.0 mm.

### **Descripción de Especies**

**Maquey manso** (*Agave atrovirens* Karw. ex Salm Dyck)

Sinónimos: *Agave coccinea* Hart y *Agave latissima* Jacobi

Familia: Agavaceae.

Distribución: Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí.

Hábitat: En matorrales áridos hasta bosques de pino piñonero, en valles, pie de monte y laderas de suelo arenoso y calizo. López (1986) menciona que el

maguay se localiza desde el nivel del mar hasta los 2,100 m, con un amplio rango de tolerancia, se le encuentra en regiones con escasa precipitación hasta en las regiones tropicales.

Descripción: Planta acaulescente, con raíces fibrosas, hojas (denominadas pencas) ásperas, largas, duras y carnosas; arregladas en una roseta de 40 - 50 cm de ancho y de 50 - 80 cm de alto. Las hojas llegan a medir hasta 2.5 m de longitud; inflorescencia una panícula de hasta 12 m de altura. Fruto una cápsula delgada prismática (Gentry, 1982).

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) mencionan que su tallo, cuando se seca, se utiliza como poste para la construcción de corrales; además, lo consideran con un valor forrajero pobre.

### **Maguay áspero** (*Agave scabra* Salm-Dyck)

Sinónimos: *Agave asperrima* Jacobi y *Agave caeciliana* Berger

Familia: Agavaceae.

Distribución: En Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí.

Hábitat: Distribuida en matorrales áridos hasta bosques de pino piñonero; también se observa en valles, pie de monte y laderas de suelo arenoso y calizo.

Descripción: Planta acaulescente, con raíces fibrosas, hojas (denominadas pencas) ásperas, largas, duras y carnosas; arregladas en una roseta de 40 - 50 cm de ancho y de 50 - 80 cm de alto. Las hojas de 15-17 cm de ancho y 40-70 cm de longitud; inflorescencia una panícula de tres a cinco metros de altura con 12 umbelas largas. Fruto una cápsula delgada prismática (Gentry, 1982).

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) mencionan que esta especie tiene la misma importancia que el maguey manso.

López (1986) menciona que por su utilización, el maguey se puede dividir en cuatro grandes grupos: a) Productores de aguamiel y derivados, b) Productores de fibra, c) Productores de alcohol o aguardiente y d) Productores de forraje. Dentro del último grupo se encuentran *Agave atrovirens* y *Agave asperrima* que se utilizan en la alimentación de ganado vacuno semiestabulado, entre otros. Estas plantas son cortadas de sus pencas laterales (tres o cuatro), las cuales son preparadas en pequeños trozos y proporcionadas a los animales.

### **Cosahui** (*Calliandra eriophylla* Benth)

Familia: Fabaceae.

Distribución: Norte de México, Sonora, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, hasta Puebla. Carranza y Villarreal (1997) la reportan también para San Luis Potosí.

Hábitat: Matorrales áridos, muy abundantes en suelos calizos.

Descripción: Arbusto comúnmente de tres metros de alto, densamente ramificado, presenta pocos folíolos, de tres a cuatro mm de longitud. Inflorescencia en capítulos pedunculados con flores color púrpura. Fruto una vaina lineal recta comprimida de cinco mm de ancho, pubescentes.

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) la consideran con un valor forrajero regular, de ramoneo para el ganado y venados, es tolerante al apacentamiento y es consumida por varias tipos de aves.

**Costilla de vaca** (*Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt.)

Familia: Chenopodiaceae.

Distribución: Desde Canadá hasta México. En México se encuentra en Baja California, Coahuila, Chihuahua, Sonora, Zacatecas y San Luis Potosí.

Hábitat: Está presente en el pastizal mediano abierto y pastizal amacollado, desde el nivel del mar hasta los 2440 msnm. Se encuentra en las mesetas secas, valles alcalinos, praderas y laderas.

Descripción: Arbusto forrajero nativo del norte de México, de mediana altura. La corteza de las ramas viejas es endurecida por pequeñas fisuras longitudinales y exfoliaje. Hojas verde gris pálido, gruesas, lisas, alternas y con frecuencia amontonadas; generalmente de dos a cinco cm de largo y de 0.2 a 0.7 cm de ancho. Flores pequeñas, de color verde amarillento, forman racimos al final de los brotes durante el verano. El fruto se desarrolla gradualmente a través del verano, se torna amarillo y madura en otoño (Correll y Johnston, 1979).

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) lo consideran de un valor forrajero excelente, de alta preferencia y alto contenido de proteína para el ganado y la fauna, por lo que es consumido a todo lo largo del año.

**Numularia** (*Atriplex nummularia* Lindl.)

Familia: Chenopodiaceae.

Distribución: Es originario de Australia e introducido en Norteamérica. Camacho (2001) menciona que se ha introducido a los estados de San Luis Potosí y Coahuila.

**Hábitat:** Se adapta a condiciones de aridez, con suelos pedregosos y salinos. En áreas con lluvias de 150 a 400 mm (Camacho, 2001).

**Descripción:** Arbustos de 1.5 a dos metros de altura, sus tallos son erectos, leñosos y muy ramificados, corteza rasgada grisácea. Hojas alternas, pecíolos de 0.3 a 0.6 mm. Limbo de ovado a oblongo de uno a 1.5 cm de largo, de cinco a 12 mm de ancho, ápice obtuso, frecuentemente mucronado, base cuneada decumbente; borde entero a ligeramente ondulado, delgado a ligeramente suculento, venación poco evidente, color verde grisáceo, glabros. Inflorescencias unisexuales ambas en la misma planta, las masculinas en espigas terminales de dos a cinco cm de largo, las femeninas en la base de las espigas masculinas, brácteas de forma rómbica a triangular de cinco a siete mm de largo y cinco a seis mm de ancho, con borde dentado, glabras, color amarillo claro. Semillas ovadas de aproximadamente 1.5 mm de largo y 1.8 mm de ancho color café claro (Correll y Johnston, 1979).

**Importancia:** Dadas sus características se le puede comparar en un valor forrajero similar al de *A. canescens*, de excelente (Vásquez *et al.* 1997). Camacho (2001) menciona que puede realizarse una plantación exclusiva de numularia o combinarla con nopales, una hilera de estos por dos de numularia.

**Guayacán** (*Portieria angustifolia* (Engelm.) Gray)

**Familia:** Zigophyllaceae.

**Distribución:** Regiones del suroeste de Texas y norte de México, en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Hábitat: Matorrales en valles y laderas de regiones secas, subtropicales, inhabilitadas y degradadas, con suelos rocosos, superficiales.

Descripción: Arbustos con ramificaciones opuestas y resinosas, hojas compuestas, opuestas, pinnadas. Hojuelas de cuatro a 12 por hoja. Flores azules, bisexuales, pentámeras, actinomorfas y solitarias. Fruto en forma de cápsula (Correll y Johnston, 1979).

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) lo consideran con un valor forrajero bueno y de uso medicinal, frecuentemente ramoneado por el venado cola blanca y por los caprinos.

### **Mezquite** (*Prosopis glandulosa* Torr.)

Familia: Fabaceae.

Distribución: En México en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila.

Hábitat: Es abundante en matorrales desérticos de tipo parvifolio, en valles y mesetas de suelo arcilloso, especialmente a lo largo de arroyos.

Descripción: Arbusto o árbol; hojas compuestas, caedizas, folíolos usualmente de 6 a 15 pares, usualmente glabros; estipulas modificadas o espinas; Flores perfectas, en inflorescencia parecida a una espiga; fruto una legumbre, indehiscente, esencialmente recta de 7-20 cm de longitud, con ligeras constricciones entre las semillas contenidas en la vaina (Correll y Johnston, 1979).

Importancia: Vásquez *et al.* (1997) mencionan que las vainas son de buen valor forrajero, ya que cuando maduran son consumidas por el ganado caprino y

bovino; por la fauna silvestre, como el venado y el jabalí. Además de que este arbusto tiene un uso ornamental, medicinal, maderable e industrial.

### **Descripción de Productos**

**Nutrimiento Enraizador**,\* este producto se utiliza para plántulas y trasplantes, con la siguiente composición porcentual:

Nitrógeno total	9.0 %
Fósforo disponible	45.0 %
Potasio	11.0 %
Magnesio	0.6 %
Azufre	0.8 %
Fitohormonas	400 ppm

Su presentación es en cristales solubles.

Este producto provee de nutrientes y estimula el crecimiento de raíces de plantas jóvenes provenientes ya sea de trasplantes o de siembra directa, lográndose un mejor brote de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso.

Se usa en trasplantes, en invernaderos, viveros y almácigos, en la mayoría de cultivos, hortalizas y frutales en general.

Forma de uso: aplicar al suelo disuelto en agua de trasplante o en aplicaciones dirigidas a la base de las plantas, ya colocadas en su lugar definitivo. Se recomienda usar bombas manuales de aspersión gruesa o sin boquilla.

---

\* El nombre comercial es Raizal 400.

Las dosis son: para trasplantes en campo y frutales en viveros. Disolver 0.5 a 1.0 kg de Raizal 400 en 100 litros de agua. Aplicar de 50 a 80 mililitros de la solución por planta, preferentemente al momento del trasplante o inmediatamente después. Usando las dosis altas en café y frutales en general. De ser necesario, repetir el tratamiento de dos a tres veces a intervalos de dos semanas.

**Sustancias Húmicas**<sup>\*\*</sup>, este producto tiene la siguiente composición:

<b>Ingrediente activo</b>	<b>% en peso</b>
Sustancias húmicas (derivados de leonardita)	12
Diluyentes y coadyuvantes	88

Es un producto concentrado de sustancias húmicas (ácido húmico y fúlvico). De sus características se mencionan las siguientes: favorece la asimilación de nutrimentos del suelo por las raíces, quelata elementos menores y forma complejos con elementos mayores, mejora poblaciones microbiales de suelo, eficientiza la aplicación de fertilizantes foliares, reguladores de crecimiento, fungicidas, insecticidas y herbicidas, al favorecer absorción y translocación en la planta. Producto catalogado como no tóxico para humanos y animales, se recomiendan las precauciones normales para la aplicación de todo plaguicida.

Se utiliza en: cereales, hortalizas, leguminosas, oleaginosas, cultivos perennes y frutales caducifolios, perennes o tropicales, en aplicaciones al suelo con suficiente agua para lograr un buen cubrimiento del follaje.

<sup>\*\*</sup> El nombre comercial es Humitrón 12L

Dosis: En producción de plántulas, ya sea en charolas, almácigos o viveros, aplicar en el agua de riego 200 a 400 ml/100 l de agua o en mezcla con los fertilizantes foliares. Al momento del trasplante aplicar de 1 a 2 l/ha en mezcla con el fertilizante arrancador. Durante el desarrollo del cultivo, cada vez que se realicen aplicaciones foliares de algún agroquímico, aplicar de uno a tres l/ha. Al aplicar en suelo, mezclar con el agua de riego (rodado, aspersion, goteo u otros), en dosis de cinco a 15 l/ha y aplicarlo en las épocas más críticas del desarrollo de los cultivos como son germinación, desarrollo vegetativo, floración fructificación y desarrollo del fruto.

Narro (1987) cita que las sustancias húmicas afectan positivamente las características físicas, químicas y biológicas de interés agrícola de los suelos. Entre las características físicas mejoradas están las siguientes: densidad aparente, densidad de partículas sólidas, superficie específica, color, profundidad, estructura, reducción en la formación de costras y agrietamientos, disminución en la resistencia a la penetración de las raíces y crecimiento de órganos vegetales subterráneos y por último, la compactación. Entre las características químicas están: solubilidad, reacción del suelo, acción buffer, capacidad de intercambio catiónico, mineralización e inmovilización, combinación de moléculas orgánicas y reacciones con el nitrógeno. Este mismo autor menciona que muchas de las características de los suelos agrícolas, como estructura, aereación y agregación, son influenciadas por la materia orgánica y también por los microorganismos del suelo e inclusive por las mismas raíces de las plantas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del Área de Estudio

El estudio se realizó en el Rancho El Cuervo, propiedad del Ing. Roberto Rodríguez Valdés, perteneciente al municipio de Parras de la Fuente, Estado de Coahuila. El casco del rancho se ubica en los  $25^{\circ} 04' 10''$  de latitud norte y  $101^{\circ} 36' 08''$  de longitud oeste, a una altitud de 1850 msnm. Se accede por el sureste del municipio de Saltillo, Coahuila, por la carretera a Zacatecas (núm. 54), aproximadamente a 40.0 km, luego 50.0 km de terracería rumbo al poniente, entre los ejidos de Garambullo y Sabanillas (CETENAL, 1971) (Figura 3.1.).

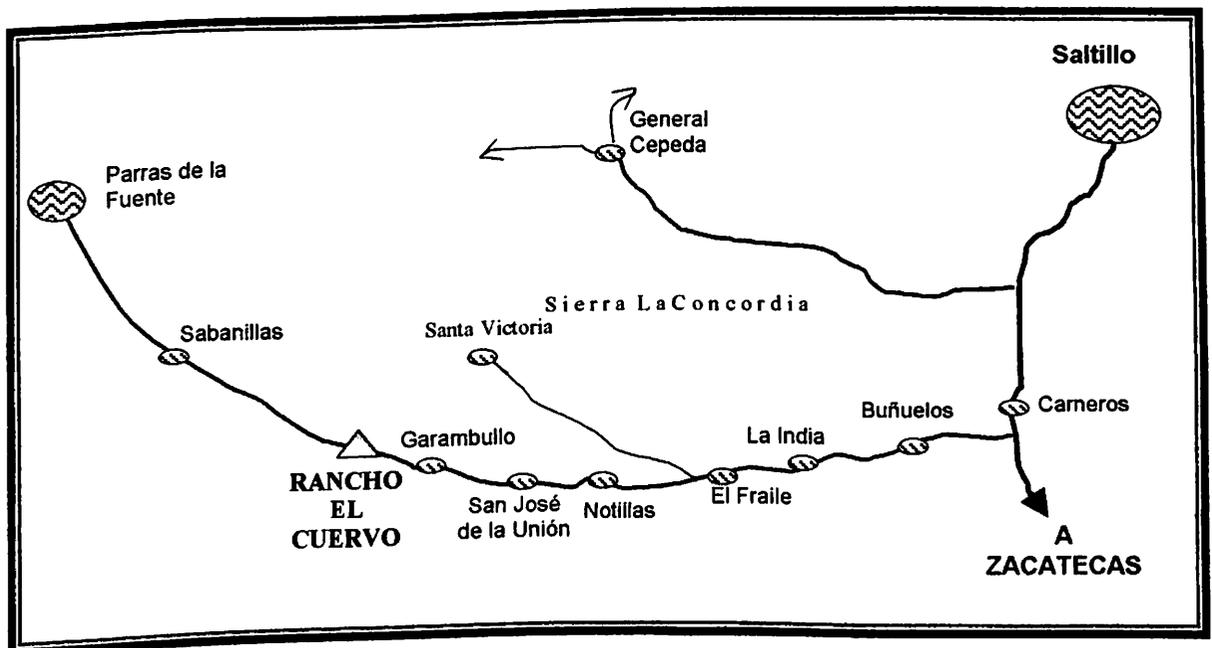


Figura 3.1. Localización del Rancho El Cuervo.

El tipo de clima es BWhw' (e'), que se describe como muy seco, semicálido muy extremoso, con lluvias en verano y sequía corta (canícula) en la época de lluvias. La temperatura media anual es de 19.2 °C. La precipitación total media anual de la estación más cercana, ubicada en Parras de la Fuente, Coah., es de 376.2 mm (Mendoza, 1983). La vegetación se clasifica como matorral crasirosulifolio espinoso (COTECOCA, 1972). En cuanto a su fisiografía, en el rancho se presenta el valle, pie de monte y colina, en la que predomina el suelo xerosol cálcico, de textura media (CETENAL, 1971). De la fauna presente en la región se encuentran el venado cola blanca, liebre, conejo, coyote y codorniz, entre otras.

La superficie total del rancho es de 5 900 ha, dividido en siete potreros, uno de los cuales tiene 1 200 ha, el cual está excluido del apacentamiento del ganado bovino.

El rancho colinda al poniente con el ejido Garambullo; al norte, sur y oriente con propiedades privadas. Lleva un manejo diversificado, en el que se explota cinégeticamente a las siguientes especies: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), codorniz común (*Colinus virginianus*) y la paloma, además del ganado bovino. Actualmente el rancho cuenta con 600 venados cola blanca y 160 vientres de bovino raza Charolais.

## Materiales



En el presente estudio se evaluaron siete especies de arbustivas: costilla de vaca (*Atriplex canescens*) {At. ca.}, mezquite (*Prosopis glandulosa*) {Pr. gl.}, guayacán (*Porlieria angustifolia*) {Po. an.}, cosahui (*Calliandra eriophylla*) {Ca. er.}, maguey áspero (*Agave scabra*) {Ag. sc.}, maguey manso (*Agave atrovirens*) {Ag. at.} y numularia (*Atriplex nummularia*) {At. nu.}.

Los productos utilizados fueron:

**Nutrimiento enraizador**, para este estudio se utilizó la dosis alta, que es de 1.0 kg/100 l de agua, realizando una sola aplicación de 80 mililitros por planta, al término del trasplante.

**Sustancias húmicas**, para este estudio se utilizó la dosis de 400 ml/100 litros de agua, realizando una sola aplicación de un litro por planta, al término del trasplante.

Para la preparación de los productos se utilizaron recipientes de 200 litros y para la aplicación de la solución a las plantas, se utilizaron botellas desechables, las cuales ya estaban marcadas previamente con la dosis a aplicar.

Se utilizaron cintas métricas y reglas para la medición de cobertura y crecimiento de las pencas en los magueyes, en tanto que para la medición del crecimiento en el grosor del tallo, de las otras especies, se empleó un vernier.

## **Descripción de la Metodica**

### **Asignación de Tratamientos y Especies**

A los tratamientos se les asignó la siguiente nomenclatura:

T<sub>0</sub> = Testigo.

T<sub>1</sub> = Nutrimiento Enraizador (Raizal 400)

T<sub>2</sub> = Sustancias húmicas (Humitrón 12L)

A las especies se les asignó la siguiente nomenclatura (estos se seleccionaron al azar).

Sp1 = Pr. gl.

Sp2 = At. nu.

Sp3 = Po. an.

Sp4 = Ag. at.

Sp5 = Ag. sc.

Sp6 = At. ca.

Sp7 = Ca. er.

La distribución de los tratamientos y las especies en las parcelas (repeticiones) se generó por medio de números aleatorios (Cochran y Cox, 1983). De acuerdo al diseño del experimento, la asignación de los tratamientos por parcela grande quedó de la manera siguiente:

<u>Bloque</u>	<u>Núm.</u>	<u>Bloque</u>	<u>Núm.</u>	<u>Bloque</u>	<u>Núm.</u>
Sp1T <sub>0</sub>	1	Sp4T <sub>0</sub>	10	Sp7T <sub>0</sub>	19
Sp1T <sub>1</sub>	2	Sp4T <sub>1</sub>	11	Sp7T <sub>1</sub>	20
Sp1T <sub>2</sub>	3	Sp4T <sub>2</sub>	12	Sp7T <sub>2</sub>	21
Sp2T <sub>0</sub>	4	Sp5T <sub>0</sub>	13		
Sp2T <sub>1</sub>	5	Sp5T <sub>1</sub>	14		
Sp2T <sub>2</sub>	6	Sp5T <sub>2</sub>	15		
Sp3T <sub>0</sub>	7	Sp6T <sub>0</sub>	16		
Sp3T <sub>1</sub>	8	Sp6T <sub>1</sub>	17		
Sp3T <sub>2</sub>	9	Sp6T <sub>2</sub>	18		

En las Figuras A.1, A.2 y A.3, se observa la distribución de estos bloques (parcela chica) en las parcelas 1, 2 y 3, respectivamente. Cada bloque constó de tres hileras y en cada una de estas, siete plantas; sumando un total de 21 plantas/bloque. Así mismo, en estas figuras se observan bloques sin número asignado, esto es por que al inicio del experimento se consideró a la vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*) para su establecimiento, pero no fue posible adquirir.

## Metódica

En marzo de 2000 se realizó un recorrido por el rancho, para de esta manera conocer las características del área de estudio, por lo que se determinó utilizar el área excluida del apacentamiento del ganado bovino, pero en donde el venado tiene acceso para el ramoneo de los arbustos. También se decidió que las parcelas estuvieran cerca de los caminos, para hacer un poco más accesible el trasplante y la toma de datos.

En julio del mismo año, se realizó el traslado de una parte de las plantas, y se marcaron las tres parcelas (aproximadamente de 1.0 ha cada una). Con una cinta métrica, se inició por marcar las líneas de 84.0 m, ya que la distancia entre plantas fue a cada 4.0 m y en cada línea se incluyeron 21 plantas. La distancia entre hileras fue de 4.0 m, así como la distancia entre una especie y otra. Cada bloque constó de tres líneas de 28 m cada una y en ese bloque se plantó una sola especie, de acuerdo a la asignación de los tratamientos (Fig. A.4).

En la Figura A.5 se muestra la ubicación de las parcelas dentro del área de estudio.

En agosto del mismo año, se trasladó la otra parte de las plantas y se realizó el trasplante, de acuerdo a la distribución de los bloques, anteriormente descritos. Al terminar el trasplante, se les construyó un cajete a cada una y al

mismo tiempo se les aplicaron los tratamientos de acuerdo a la asignación correspondiente.

La edad de las especies al momento del trasplante fue de seis meses para mezquite, guayacán y maguey áspero; costilla de vaca y cosahui de ocho meses; numularia de 12 meses y en el maguey manso las plantas fueron de 12 a 18 meses.

La primer toma de datos se realizó en la primera semana de diciembre, del mismo año, para posteriormente hacer esta toma cada tres meses (marzo, junio y septiembre de 2001), por lo que fueron cuatro lecturas para evaluar cobertura aérea y crecimiento. Para sobrevivencia (establecimiento) y estimación de fitomasa aérea, la toma de datos se realizó al final del período de un año (septiembre de 2001).

### **Parámetros de la Vegetación**

Los parámetros de la vegetación considerados en esta investigación fueron: cobertura aérea, fitomasa aérea, establecimiento de plantas y crecimiento de plantas.

## **Cobertura Aérea**

Se midió la cobertura aérea por medio de la Técnica Línea de Canfield (Canfield,1941), siendo la unidad de medida la línea de 84.0 m para cada una de las especies establecidas, es decir, se tomaron los datos para 21 líneas por parcela, siendo un total de 63 líneas para este estudio. El número de plantas fue de 21 por tratamiento/especie, dando un total de 63 por parcela y 189 para el área de estudio, con un gran total de 1 323 plantas, de las siete especies.

## **Fitomasa Aérea**

La fitomasa aérea total se estimó por medio de la Técnica Adelaide, mencionada por Andrew *et al.* (1979). Se tomó una rama (en los magueyes una penca) como unidad de referencia, por medio de la cual se midió el número de unidades contenidas en el arbusto respectivo de cada especie, posteriormente se pesaron esas unidades de referencia en una balanza analítica, realizándose el cálculo del peso en gramos.

De cada bloque se tomó una muestra de nueve plantas, de las 21 que conformaron cada tratamiento. Para tomar esta muestra se utilizó el esquema de un muestreo sistemático. El total de plantas por parcela fue de 27, dando un total de 81 individuos por especie para el área de estudio. En total de las siete especies fueron 567 plantas.

## **Establecimiento**

El establecimiento de las plantas se midió de acuerdo al número de plantas que sobrevivieron al final del período de evaluación, el cual fue de un año. Por lo que se contaron las 21 plantas por tratamiento/especie, dando un total de 63 por parcela y 189 para el área de estudio; con un gran total de 1323 plantas, por las siete especies.

## **Crecimiento**

El crecimiento de las plantas se midió de acuerdo al incremento del diámetro de los tallos a una altura de tres a cinco centímetros sobre el suelo (Hunt, 1989), la excepción fueron los magueyes, a los que se les midió el incremento en la longitud de una penca, seleccionada al azar, por planta. Para ello se tomaron las mismas muestras que para fitomasa aérea, antes descrita, es decir, nueve plantas de las 21 que conforman el bloque y la selección de las plantas fue por un muestreo sistemático: la uno, tres y cinco de la línea uno, las plantas dos, cuatro y seis de la línea dos y de la tercer línea fueron la tres cinco y siete, dando un total de 81 individuos por especie para el área de estudio. En total fueron 567 plantas de las siete especies.

## Diseño y Análisis Estadístico

Los datos que se obtuvieron en campo se analizaron por variable de estudio, dado que se tiene que observar el efecto de los tratamientos por cada una de las especies.

Para cobertura los datos muestrales se analizaron bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4 x 3, número de tratamientos por el número de tiempos (tres, seis, nueve y 12 meses) y por el número de repeticiones, en donde el modelo estadístico que se utilizó fue:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + t_j + (Tt)_{ij} + \beta_k + E_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Observación de la combinación del nivel del i-ésimo factor T con el j-ésimo nivel del factor t en la k-ésima repetición

$\mu$  = Media general del experimento.

$(Tt)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de T con el j-ésimo nivel de t.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$t_j$  = Efecto del j-ésimo tiempo.

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque (repetición).

$E_{ijk}$  = Error experimental bajo una distribución normal.

Se realizó un análisis de varianza por medio del programa Statgraphics Plus 6.0, esto para comparar la significancia de los tratamientos, para cada una de las especies.

Para fitomasa aérea, se utilizó una estadística descriptiva, por el programa estadístico NCSS 6.0 para obtener las medidas de tendencia central y de dispersión.

En establecimiento (sobrevivencia) se utilizó una estadística no paramétrica, mediante la prueba Q de Cochran ( $\chi^2_c$ ) (Infante, 1980), ya que los datos obtenidos eran dicotomizados en éxito o fracaso, es decir en una escala nominal. Para ello, se utilizó "1" para las plantas que sobrevivieron y "0" para las plantas muertas.

La formula estadística para calcular T es:

$$T = \frac{k(k-1) \sum_{j=1}^k T_j^2 - (k-1)(G.T)^2}{k(G.T) - \sum_{i=1}^r B_i^2}$$

En crecimiento, al igual que en fitomasa aérea, se utilizó una estadística descriptiva, mediante el programa estadístico NCSS 6.0 para obtener la media y desviación estándar por especie y tratamiento.

Para estas dos últimas variables, crecimiento y fitomasa aérea, los valores máximos o mínimos que se presentaron para algunas especies, no se consideraron en el análisis estadístico, ya que se salían de la media de los demás individuos.

## RESULTADOS

### Establecimiento

Se presentan los resultados de las especies siguientes: mezquite, guayacán, costilla de vaca, maguey manso y maguey áspero, porque se registró una mortandad del 100 por ciento en las especies de numularia y cosahui. En la especie de **numularia** se observó que ésta fue consumida por la fauna silvestre presente en el área de estudio, principalmente por venados, liebres, conejos y ratones; esto se presentó a los tres meses, en la primer toma de datos. En **cosahui**, las plantas se secaron, ya que ninguna presentaba hojas, esto sucedió a lo largo del período de estudio, lo cual pudo deberse a que no toleró el trasplante, además de la sequía, que en esta región suele ser muy prolongada. Por lo que en ambas especies se presentó una mortandad completa.

En el Cuadro 4.1 se muestran las  $\chi^2_c$ , obtenidas de la prueba Q de Cochran, para cada una de las especies de arbustos (mezquite, guayacán, costilla de vaca, maguey manso y maguey áspero).

Cuadro 4.1. Efecto de los tratamientos sobre el establecimiento de arbustivas.

ESPECIE	$\chi^2_c$	
Mezquite ( <i>Prosopis glandulosa</i> )	6.0553	Rechazada
Guayacán ( <i>Porlieria angustifolia</i> )	6.1142	Rechazada
Costilla de vaca ( <i>Atriplex canescens</i> )	6.1707	Rechazada
Maguey manso ( <i>Agave atrovirens</i> )	6.0053	Rechazada
Maguey áspero ( <i>Agave scabra</i> )	6.0232	Rechazada

Con  $\alpha = 0.05$ , se obtiene del cuadro de  $\chi^2_t = 5.99147$ .

Como la  $\chi^2_c > \chi^2_t$  5.99147, se rechaza que los tratamientos aplicados en cada una de las especies sean igualmente efectivos y se acepta que hay diferencia entre los tratamientos.

En el Cuadro 4.2 se indican los porcentajes de establecimiento en las cinco especies. En **mezquite**, T1 presentó 70 por ciento, seguido de T0 y T2 con 65 y 56 por ciento, respectivamente. Con respecto al testigo, T1 observó un incremento del 7.7 por ciento, mas no así T2 que obtuvo un decremento del 13.8 por ciento. En **guayacán**, T1 y T2 resultaron con el mismo porcentaje, con 54 por ciento, siendo este mayor a T0, que registró 37 por ciento, por lo que ambos tratamientos presentaron una mejor respuesta, ya que se observó un 45.9 por ciento de incremento con respecto al testigo. Para **costilla de vaca**, T1 presentó 41 por ciento, seguido de T0 y T2 con 40 y 37 por ciento, respectivamente, por lo que T1 fue mejor ya que obtuvo un incremento de 2.5 por ciento respecto a T0, mas no así T2 que obtuvo un decremento del 7.5 por

ciento. En **magüey manso**, se observó que T0, T1 y T2 resultaron con 81, 79 y 78 por ciento, respectivamente, por lo que T1 y T2 resultaron con un decremento del 2.5 y 3.7 por ciento, respectivamente, con respecto a T0. Por último, para **magüey áspero** se observó que T1 fue de 76 por ciento, seguido de T0 y T2 con 71 y 62 por ciento, respectivamente, en T1 se obtuvo una mejor respuesta ya que resultó con un incremento del siete por ciento sobre T0, en contrario con T2 que presentó un decremento del 12.7 por ciento; tal y como se muestra en la figura A.6 el porcentaje de establecimiento de cada especie/tratamiento.

El nutrimento enraizador fue mejor que el testigo en mezquite, guayacán, costilla de vaca y magüey áspero. El bajo porcentaje de establecimiento en costilla de vaca pudo ser debido al daño causado por la fauna silvestre.

Cuadro 4.2. Porcentaje de establecimiento en las cinco especies.

ESPECIE	TRATAMIENTO	# PLANTAS	%
Mezquite	T0	41	65
	T1	44	70
	T2	35	56
Guayacán	T0	23	37
	T1	34	54
	T2	34	54
Costilla de vaca	T0	25	40
	T1	26	41
	T2	23	37
Magüey manso	T0	51	81
	T1	50	79
	T2	49	78
Magüey áspero	T0	45	71
	T1	48	76
	T2	39	62

## Cobertura Aérea

En **mezquite**, en el análisis de varianza, no se encontró significancia entre tratamientos (Cuadro A.1). La prueba de rango múltiple de Tukey indica que el mejor tratamiento fue T2, con una media de 3.2146 cm, seguido de T1 y T0 con 2.9325 y 2.7408 cm, respectivamente, por lo que en esta especie los tratamientos fueron mejores que el testigo (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Medias en cobertura para mezquite.

NIVEL	MEDIA (cm)	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T0	2.7408	X
T1	2.9325	X X
T2	3.2146	X

En **guayacán**, del análisis de varianza se encontró que los tratamientos fueron altamente significativos (Cuadro A.2). Se observó, en la prueba de rango múltiple de Tukey, en las medias (Cuadro 4.4) que T2 y T1 con 4.1952 y 3.3944 cm, respectivamente, fueron mayores a T0 (2.1797 cm), por lo que para esta especie si se presentó el efecto del nutrimento enraizador y de las sustancias húmicas, ya que los valores de sus medias resultaron mayores al testigo.

Cuadro 4.4 Medias en cobertura para guayacán.

NIVEL	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T0	2.1797	X
T1	3.3944	X
T2	4.1952	X

En **costilla de vaca** se observó que el efecto de tratamientos no es significativo (Cuadro A.3). En la prueba de rango múltiple de Tukey, las medias (Cuadro 4.5 ) de T0 y T1 fueron de 0.7812 y 0.7653 cm, respectivamente, en tanto que para T2 fue de 0.3632 cm, por lo que no se observó el efecto de los tratamientos nutrimento enraizador y sustancias húmicas para esta especie.

Cuadro 4.5. Medias en cobertura para costilla de vaca.

NIVEL	MEDIA LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T2	0.3632	X
T1	0.7653	X
T0	0.7812	X

En **maguey manso** el efecto de tratamientos presentó una alta significancia (Cuadro A.4) y en la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 4.6) las medias para T1 y T0 fueron de 23.8170 y 22.0785 cm, respectivamente, mientras que en T2 fue de 19.4948 cm, por lo que el tratamiento de nutrimento enraizador fue el que observó la mejor respuesta, más no así el de sustancias húmicas, el cual fue superado por el testigo.

Cuadro 4.6. Medias en cobertura para maguey manso.

NIVEL	MEDIA LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T2	19.4948	X
T0	22.0785	X
T1	23.8170	X

En **maguey áspero** se observó que el efecto de tratamientos fue no significativo (Cuadro A.5). De la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 4.7) las medias para T1, T2 y T0 fueron de 9.5726, 9.5198 y 9.1289 cm, respectivamente, lo cual indica que no hay efecto de los tratamientos, nutrimento enraizador y sustancias húmicas, con respecto al testigo.

Cuadro 4.7. Medias en cobertura para maguey áspero.

NIVEL	MEDIA LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T0	9.1289	X
T2	9.5198	X
T1	9.5726	X

En la Figura A.7 se muestran la gráficas de las medias en cada una de las especies y por tratamiento.

### Crecimiento

Los porcentajes de establecimiento y mortandad que se observan corresponden a la muestra obtenida, que fue de 27 plantas por cada tratamiento de un total de 63, esto de acuerdo a la metodología planteada. Algunas plantas presentaron un crecimiento alto y/o bajo, representadas en el cuadro como valores máximos y/o mínimos, por lo cual se tomaron como datos excepcionales y fue por ello que no se consideraron para el análisis estadístico.

En **mezquite**, a los tres meses, la media para T0, T1 y T2 fue de 0.24, 0.24 y 0.25 cm, respectivamente y a los 12 meses presentaron 0.28, 0.32 y 0.33

cm, respectivamente. A los tres meses el T2, superó con 0.01 cm a T0. En tanto que a los 12 meses T2 fue mayor, seguido de T1, los cuales superaron a T0, con 0.05 y 0.04 cm, respectivamente (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Comparación de medias de crecimiento para mezquite.

TRAT.	MES	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	VALOR MIN / MAX	MEDIA (cm)
T0	3	3	11.1	24	88.9		0.24
	12	9	33.3	18	66.7	0.6 0.7	0.28
T1	3	5	18.5	22	81.5		0.24
	12	11	40.7	16	59.3	0.7	0.32
T2	3	1	3.7	26	96.3		0.25
	12	4	14.8	23	85.2		0.33

En **guayacán**, las medias de crecimiento para T0, T1 y T2 a los tres meses, fueron de 0.32, 0.32 y 0.37 cm, respectivamente; en tanto que a los 12 meses, presentaron 0.40, 0.36 y 0.41 cm, respectivamente. Se observó que a los tres meses T2 superó a T0 y T1 con 0.05 cm y a los 12 meses T2 resultó mayor a T0 con 0.01 cm, pero el T1 fue menor, con 0.04 cm (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Comparación de medias de crecimiento para guayacán.

TRAT.	MES	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	VALOR MIN / MAX	MEDIA (cm)
T0	3	12	44.4	15	55.6		0.32
	12	15	55.6	12	44.4	0.7	0.40
T1	3	3	11.1	24	88.9		0.32
	12	9	33.3	18	66.7	0.6 0.6 0.7	0.36
T2	3	3	11.1	24	88.9		0.37
	12	10	37.0	17	63.0	0.6	0.41

Para **costilla de vaca**, las medias de T1, T0 y T2 a los tres meses, fueron de 0.30, 0.26 y 0.26 cm, respectivamente; a los 12 meses T1, T2 y T0 resultaron con 0.37, 0.35 y 0.34 cm, respectivamente. Se observó que a los tres meses T1 fue mayor con 0.04 cm que T0 y para T2 no se presentó efecto; a los 12 meses T1 fue mayor con 0.03 cm sobre T0 y T2 también fue mayor, con 0.01 cm (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10. Comparación de medias de crecimiento para costilla de vaca.

TRAT.	MES	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	VALOR MIN / MAX	MEDIA (cm)
T0	3	5	18.5	22	81.5		0.26
	12	10	37.0	17	63.0		0.34
T1	3	5	18.5	22	81.5	0.1 1.1	0.30
	12	9	33.3	18	66.7	0.6 0.7 0.9	0.37
T2	3	8	29.6	19	70.4	0.9	0.26
	12	10	37.0	17	63.0	1.4	0.35

En **maguey manso**, a los tres meses, las medias de T1, T0 y T2 fueron de 27.44, 26.58, y 23.62 cm, respectivamente, presentando a los 12 meses 27.72, 26.66 y 24.96 cm, respectivamente. A los tres meses, T1 fue el de mayor efecto, ya que presenta una diferencia de 0.86 cm con respecto a T0 y para T2 no hay efecto, ya que T1 presenta un decremento de 2.96 cm con respecto a T0; a los 12 meses se observaron estos mismos efectos, con diferencias de 1.06 cm, entre T1 y T0 y de 1.70 cm, entre T0 y T2 (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. Comparación de medias de crecimiento para maguey manso.

TRAT.	MES	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	MEDIA (cm)
T0	3		0.0	27	100.0	26.58
	12	1	3.7	26	96.3	26.66
T1	3	2	7.4	25	92.6	27.44
	12	3	11.1	24	88.9	27.72
T2	3	1	3.7	26	96.3	23.62
	12	1	3.7	26	96.3	24.96

En **maguey áspero**, las medias a los tres meses en T2, T0 y T1 fueron de 9.18, 7.29 y 7.04 cm, respectivamente; presentando a los 12 meses 9.11, 8.20 y 7.60 cm, respectivamente; se observó que T2, a los tres y 12 meses, fue mayor a T0, ya que las diferencias fueron de 1.89 y 0.91 cm, respectivamente y sin efecto en T1 ya que las diferencias observadas a los tres y 12 meses fueron de 0.25 y 0.60 cm, respectivamente a favor del testigo (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Comparación de medias de crecimiento para maguey áspero.

TRAT.	MES	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	MEDIA (cm)
T0	3	4	14.8	23	85.2	7.29
	12	5	18.5	22	81.5	8.20
T1	3		0.0	27	100.0	7.04
	12	2	7.4	25	92.6	7.60
T2	3	2	7.4	25	92.6	9.18
	12	6	22.2	21	77.8	9.11

En base a los resultados, se observó que en mezquite, guayacán y maguey áspero, a los tres meses, las sustancias húmicas (T2) si tuvieron

efecto, con respecto al testigo (T0), mientras que en costilla de vaca y maguey manso, el nutrimento enraizador (T1) es el que observó el efecto, con respecto al testigo. En general, el grosor en el diámetro del tallo muestra diferencias de décimas de milímetro, lo cual es debido a que el crecimiento en arbustivas leñosas es muy lento y sobre todo cuando las plantas están en etapa de establecimiento, tal y como se muestra en las gráficas de las medias de cada especie (Fig. A.8).

### **Fitomasa Aérea**

De acuerdo a la metódica planteada, se tomaron los datos de las mismas plantas muestreadas para la variable de crecimiento y de igual manera, no se analizaron los datos con valores máximos y/o mínimos. Los porcentajes de sobrevivencia y mortandad que se presentan son los mismos que en crecimiento.

En la Cuadro 4.13, se muestra la media para **mezquite** en T2, seguido por T1 y T0, con valores de 1.3078, 1.2611 y 1.1910 g, respectivamente; las sustancias húmicas fueron mejores, ya que se observó un incremento de 0.1168 g, seguido del nutrimento enraizador con un incremento de 0.0701 g, con respecto al testigo.

Cuadro 4.13. Comparación de medias de fitomasa aérea en mezquite.

TRAT.	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	VALOR MIN/MAX	MEDIA (g)
T0	9	33.3	18	66.7	6.1655 5.0445 3.3630 2.8025	1.1910
T1	11	40.7	16	59.3	3.9235	1.2611
T2	4	14.8	23	85.2	5.6055	1.3078

En **guayacán**, la media para T0 fue de 1.7712 g, seguido de T2 y T1 con valores de 1.4955 y 1.4540 g, respectivamente. No hubo efecto de tratamientos, ya que se observó un decremento de 0.2757 y 0.3172 g, respectivamente, con respecto al testigo (Cuadro 4.14).

Cuadro 4.14. Comparación de medias de fitomasa aérea en guayacán.

TRAT.	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	MEDIA (g)
T0	15	55.6	12	44.4	1.7712
T1	9	33.3	18	66.7	1.4540
T2	10	37.0	17	63.0	1.4955

En **costilla de vaca** las medias de T1, T2 y T0 fueron de 3.2766, 2.8397 y 2.3360 g, respectivamente. Los tratamientos observaron un incremento de 0.9406 y 0.5037 g, respectivamente, con respecto al testigo; por lo que el mejor tratamiento fue el nutrimento enraizador seguido de sustancias húmicas (Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15. Comparación de medias de fitomasa aérea en costilla de vaca.

TRAT.	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	VALOR MIN / MAX	MEDIA (g)
T0	10	37.0	17	63.0		2.3360
T1	9	33.3	18	66.7		3.2766
T2	10	37.0	17	63.0	43.6880	2.8397

En **magüey manso**, las medias para T0, T2 y T1 fueron de 733.3859, 598.2581 y 576.3143 g, respectivamente. Los tratamientos no tuvieron efecto ya que se observó un decremento de 135.1278 g en sustancias húmicas (T2) y 157.0716 g en nutrimento enraizador (T1), con respecto al testigo (Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16. Comparación de medias de fitomasa aérea en magüey manso

TRAT.	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	MEDIA (g)
T0	1	3.7	26	96.3	733.3859
T1	3	11.1	24	88.9	576.3143
T2	1	3.7	26	96.3	598.2581

En **magüey áspero**, las medias para T2, T0 y T1 fueron de 34.6922, 32.8654 y 22.5222 g, respectivamente; el mejor tratamiento fue el de las sustancias húmicas, ya que presentó un incremento de 1.8268 g, con respecto al testigo; mientras que el nutrimento enraizador no presentó efecto, ya que observó un decremento de 10.3432 g, respecto al testigo (Cuadro 4.17).

Cuadro 4.17. Comparación de medias de fitomasa aérea en maguey áspero

TRAT.	MORT.	% MORT.	SOBREV.	% SOBREV.	MEDIA (g)
T0	5	18.5	22	81.5	32.8654
T1	2	7.4	25	92.6	22.5222
T2	6	22.2	21	77.8	34.6922

En mezquite y costilla de vaca los dos tratamientos tuvieron efecto sobre el testigo, ya que sus valores fueron superiores a éste, mientras que en maguey áspero, sólo las sustancias húmicas fueron mejores que el testigo. En la Figura A.9 se muestran las gráficas de las medias de cada especie y por tratamiento.

## DISCUSIÓN

### Establecimiento

Los resultados encontrados en este estudio difieren con los de Madinaveitia *et al.* (2000a) quienes evaluaron sobrevivencia al trasplante en costilla de vaca, aplicando "Raizal 400" y encontraron que a los seis meses fue de 95 por ciento, aunque en una segunda evaluación, a los 14 meses, esta fue de cinco por ciento. En otro estudio, Madinaveitia *et al.* (2000b) evaluaron costilla de vaca trasplantada debajo de arbustos, como plantas nodrizas, en dos parcelas (ejidos diferentes) y encontraron una sobrevivencia de 32 por ciento en una parcela y de nueve por ciento en la segunda parcela, respectivamente, el primer dato es el más cercano al obtenido en este estudio.

Rodríguez y Martínez (1996) al evaluar el efecto de tres estrategias de establecimiento, para *Agave atrovirens* y *Atriplex canescens*, encontraron en *Agave* una sobrevivencia mayor de 90 por ciento en las tres estrategias: surcado Lister, islas de fertilidad de gobernadora con microcuencas de media luna e islas de fertilidad de gobernadora sin microcuena. Este resultado coincide con el obtenido en este estudio; en tanto que para *Atriplex*, el promedio más alto de sobrevivencia, de las tres estrategias, fue el de 13 por ciento para

islas de fertilidad con microcuencas. Además, al igual que en este estudio, mencionan que en el *Agave* no presentaron daños severos por lagomorfos.

El caso excepcional son los magueyes, ya que Gómez *et al.* (1996) mencionan que el *Agave* tiene un alto potencial para establecerse en sitios degradados, esto por su resistencia a la sequía, estrategia reproductiva (hijuelos, llamados también mecuates) y habilidad competitiva, lo cual concuerda con los resultados obtenidos de este estudio, ya que en los magueyes se presentó un alto porcentaje de sobrevivencia.

### **Cobertura Aérea**

En general, estos resultados coinciden con los de Loredó y Villanueva (1993), ya que en costilla de vaca encontraron que no hay diferencia significativa en su cobertura aérea al construir bordos a 1.0, 2.0, 2.5 y 3.0 m de distanciamiento; pero sí observaron, en promedio, un 95 por ciento de sobrevivencia en estos tratamientos, por lo que concluyen que el establecimiento por bordos a nivel sí es recomendable.

### **Crecimiento**

Los resultados de mezquite, guayacán y costilla de vaca coinciden con los de Bolívar (1987), quien encontró que no hay diferencia significativa en el

grosor del diámetro del tallo en el guayule, al analizar la influencia de los suelos con y sin mejorador sobre la planta, por lo que el mejorador no influyó en el diámetro del tallo. Así mismo, los resultados en los magueyes, coinciden con los de Ramírez (1996), quien encontró diferencias significativas en el largo de la penca del maguey (*Agave salmiana*), en los diferentes tratamientos: aplicación de raizal en el suelo, aplicación en forma de aspersion y el testigo (agua al suelo), en el que el raizal fue el mejor en el intervalo de tiempo establecido.

Gómez (1992) al aplicar bioactivador húmico (Humiplex Fe) en dosis de cero, 300, 600 y 900 g más un acolchado (estiércol caprino más rastrojo de maíz picado), con dosis de cero, tres, seis y nueve kg, no encontró diferencias significativas al realizar el análisis de varianza, para la variable en el incremento del área de sección transversal de troncos del árbol de manzano. Sin embargo, en los valores medios sobresale un tratamiento (600 gr Humiplex más nueve kg acolchado), la cual fue de  $14.93 \text{ cm}^2$ , aunque no es significativo con respecto a los valores de las otras medias, mostró un buen comportamiento. Lo anterior coincide con lo encontrado en este estudio con respecto a crecimiento, de que hay un tratamiento que sobresale, aún dadas las condiciones naturales en que se realizó este estudio.

Barenque (1991) en una investigación que realizó sobre la evaluación del ácido húmico (Humitrón) y del fertilizante foliar (Foltrón plus) en el sistema de conducción del tomate, reportó que al combinar estos productos en un tratamiento, comparado con el testigo, observó un incremento en el rendimiento

total, el cual fue de 62.4 por ciento, así como incrementos en la altura de la planta que fueron desde el 8.33 por ciento hasta un 15.47 por ciento en todos los tratamientos que incluyeron los productos. Estos resultados no coinciden con lo encontrado en este estudio, ya que no se combinaron productos, siendo esta tal vez la alternativa.

Mercado (1990) en el análisis de varianza no encontró diferencias significativas en la longitud y diámetro del crecimiento en ramas del año, en nogal pecanero, esto al aplicar cinco tratamientos (cuatro tratamientos de poliquel-Zn + ácido húmico en diferentes dosis y uno de ácido húmico solo) comparados con el testigo, estos fueron aplicados al suelo. Sin embargo, en diámetro, la prueba de rango múltiple de Duncan indica que el mejor tratamiento fue el dos (poliquel-Zn + ácido húmico, tres y un litros, respectivamente), seguido del tratamiento cuatro (poliquel-Zn + ácido húmico, siete y un litros, respectivamente).

### **Fitomasa Aérea**

Cabral y West (1986) determinaron la biomasa por medio de la técnica Adelaide en tres parcelas diferentes, en las cuales el número de arbustos cola de borrego (*Ceratoides lanata*) muestreados fueron de 109, 106 y 120 individuos, para cada una de las parcelas y obtuvieron medias de 9.0, 5.40 y 3.48 g, que al compararla con el método de corte, no encontraron diferencia

significativa, lo cual coincide con este estudio, en cuanto a la estimación de fitomasa aérea se refiere.

Cepeda (1984) al trabajar en suelos calcáreos de la región de Navidad N. L., en el cultivo de papa, probó los niveles de fósforo de 150, 300 y 450 kg/ha de  $P_2O_5$  combinados con cuatro mejoradores de suelo (vermiculita y perlita en dosis de dos ton/ha; azufre y guano de murciélago en dosis de una ton/ha) y encontró diferencias altamente significativas en la producción de tubérculos, siendo los mejores tratamientos vermiculita combinada con 450 kg/ha de  $P_2O_5$  con rendimientos de 41.3 ton/ha y azufre combinado con 150 kg/ha de  $P_2O_5$  con una producción de 34.7 ton/ha, lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo, ya que en la aplicación de sustancias húmicas en mezquite, costilla de vaca y maguey áspero, se presenta un incremento de fitomasa aérea.

## CONCLUSIONES

En establecimiento, el nutriente enraizador tuvo efecto en cuatro de las especies evaluadas, por lo que se rechaza la hipótesis planteada. Las sustancias húmicas no causaron efecto en cuatro de las especies, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

Los mejoradores de suelo tuvieron efecto sobre la cobertura aérea en tres de las cinco especies, por lo que se rechaza la hipótesis.

En crecimiento, al aplicar los mejoradores de suelo, estos sí tuvieron efecto en tres de las cinco especies, por lo que se rechaza la hipótesis.

Los mejoradores de suelo no tuvieron efecto sobre la fitomasa aérea, en tres de las cinco especies, por lo cual se acepta la hipótesis planteada.

Los magueyes presentaron un alto porcentaje de establecimiento y se observó un buen crecimiento de su penca; en cobertura el guayacán y el maguey áspero fueron los de mejor respuesta en los tratamientos, mientras que para fitomasa aérea, el mezquite y costilla de vaca resultaron ser los mejores.

Los cuatro parámetros evaluados en las cinco especies y dos tratamientos, generaron 50 casos observados, de los cuales el 58 por ciento resultó mejor que el testigo. De este porcentaje, el nutrimento enraizador presentó ese efecto en 15 de ellos (30 por ciento), mientras que las sustancias húmicas, en 14 (28 por ciento).

Un factor que influyó sobre las variables evaluadas fue el daño ocasionado por la fauna silvestre, principalmente venados, liebres, conejos y ratones.

En este estudio se trató de hacer la investigación lo más cercano a las condiciones naturales, es decir no se utilizaron jaulas para proteger a las especies plantadas.

Dada la importancia de los arbustos dentro de los sistemas silvopastoriles, se hace necesario replantar aquellos que no sobrevivieron e introducir otras especies que sean catalogadas como de usos múltiple, por lo que no se debe dejar a un lado, el investigar sobre otras plantas nativas de la región.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de establecer y evaluar arbustos forrajeros al aplicar dos mejoradores de suelo, como una opción para sistemas silvopastoriles. Se realizó en el Rancho El Cuervo, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila. Se evaluaron siete arbustos. Se utilizaron el nutrimento enraizador (raizal 400, (T1)) y sustancias húmicas (Humitón 12L, (T2)) como mejoradores y se compararon con el testigo (T0). El período fue de agosto de 2000 a septiembre de 2001. Se evaluó el **establecimiento** de acuerdo al número de plantas vivas al final del período; **cobertura aérea** por medio de la línea de Canfield; **crecimiento** a través del grosor del diámetro del tallo y para los magueyes la longitud de la penca; **fitomasa aérea** se estimó por la técnica Adelaide. El análisis estadístico para cobertura fue bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4 x 3; en establecimiento mediante la prueba Q de Cochran, en tanto que para crecimiento y fitomasa aérea se aplicó una estadística descriptiva, por el programa estadístico NCSS6.0.

Mediante la prueba de Q de Cochran, para **establecimiento** (sobrevivencia), se obtuvo que los tratamientos aplicados para cada una de las especies fueron diferentes significativamente, ya que las  $\chi^2_c$  fueron mayores a

$x^2_t$  (5.99147). En **mezquite**, T1 presentó un incremento del 7.7 por ciento sobre el testigo, mas no así T2 que obtuvo un decremento del 13.8 por ciento. En **guayacán**, T1 y T2 resultaron con un incremento del 45.9 por ciento con respecto al testigo. Para **costilla de vaca**, T1 fue mejor ya que obtuvo un incremento de 2.5 por ciento respecto a T0, mas no así T2 que resultó con un decremento del 7.5 por ciento. En **maguey manso**, T1 y T2 resultaron con un decremento del 2.5 y 3.7 por ciento, con respecto a T0, por lo que no se presentó efecto de tratamientos. Por último, en **maguey áspero** T1 resultó con una mejor respuesta al presentar un incremento del siete por ciento sobre T0, en contrario con T2 que resultó con un decremento del 12.7 por ciento.

En el análisis de varianza para **cobertura aérea**, el efecto entre tratamientos fue altamente significativo para guayacán y maguey manso y no significativos para mezquite, costilla de vaca y maguey áspero. En **mezquite**, la prueba de rango múltiple de Tukey indica que el mejor tratamiento fue T2, con una media de 3.2146 cm, contra 2.7408 de T0. En **guayacán**, las medias de T2 y T1 fueron de 4.1952 y 3.3944 cm, por lo que para esta especie si se presentó el efecto de tratamientos, ya que T0 registró 2.1797. En **costilla de vaca**, para esta especie no se observó el efecto de los tratamientos, ya que T0 presentó un valor más alto en su media (0.7812 cm) que los tratamientos. En **maguey manso**, T1 presentó la mejor respuesta (23.8170 cm) mas no así el T2 (19.4948 cm) el cual fue superado por T0 (22.0785 cm). Por último, en **maguey áspero** se observó que T1, T2 y T0 fueron de 9.5726, 9.5198 y 9.1289 cm, lo cual indica que no existió efecto de los tratamientos.

En la variable de **crecimiento**, el **mezquite**, a los tres meses, T2 superó con 0.01 cm a T0. En tanto que a los 12 meses T2 fue mayor, seguido de T1, los cuales superaron a T0, con 0.05 y 0.04 cm. En **guayacán**, a los tres meses, T2 superó a T0 y T1 con 0.05 cm y a los 12 meses T2 resultó mayor a T0 con 0.01 cm, pero el T1 fue menor, con 0.04 cm a T0. Para **costilla de vaca**, se observó que a los tres meses T1 fue mayor con 0.04 cm que T0 y para T2 no se presentó efecto; a los 12 meses T1 fue mayor con 0.03 cm sobre T0 y T2 también fue mayor, con 0.01 cm. En **maguey manso**, a los tres meses T1 fue el de mayor efecto, ya que presentó una diferencia de 0.86 cm con respecto a T0 y para T2 no hay efecto ya que T1 presentó un decremento de 2.96 cm comparado a T0; a los 12 meses se observaron estos mismos efectos, con diferencias de 1.06 cm entre T1 y T0 y 1.70 cm entre T0 y T2. En **maguey áspero**, se observó que T2, a los tres y 12 meses, fue mayor a T0, ya que las diferencias fueron de 1.89 y 0.91 cm, respectivamente y sin efecto en T1, ya que las diferencias observadas, a los tres y 12 meses, fueron de 0.25 y 0.60 cm.

Para **fitomasa aérea**, en **mezquite** se observó que las sustancias húmicas fueron mejores ya que presentaron un incremento de 0.1168 g, seguido del nutrimento enraizador con un incremento de 0.0701 g, con respecto al testigo. En **guayacán**, no hubo efecto de tratamientos, ya que en T2 y T1 se observó un decremento de 0.2757 y 0.3172 g, con respecto al testigo. En **costilla de vaca**, los tratamientos T1 y T2 observaron un incremento de 0.9406 y 0.5037 g, por lo que el mejor fue el nutrimento enraizador seguido de

sustancias húmicas. En **maguey manso**, los tratamientos no tuvieron efecto ya que se observó un decremento de 135.1278 g en sustancias húmicas (T2) y 157.0716 g en nutrimento enraizador (T1), con respecto al testigo. En **maguey áspero**, el mejor tratamiento fueron las sustancias húmicas, con un incremento de 1.8268 g, con respecto al testigo; mientras que el nutrimento enraizador no presentó efecto, con un decremento de 10.3432 g.

Para todas las variables y principalmente para sobrevivencia, se vieron afectadas por diversos factores, uno de ellos fue el daño causado por la fauna silvestre como venados, liebres, conejos y ratones, los cuales consumieron la especie numularia. En el caso de las plantas de cosahui, estas se secaron, lo cual pudo ser debido a que no toleraron el trasplante, por lo que en ambas especies se presentó una mortandad del 100 por ciento.

Para crecimiento y fitomasa aérea algunas plantas presentaron valores mínimos y/o máximos, por lo cual se tomaron como datos excepcionales y no se consideraron para el análisis estadístico.

Se observó que en mezquite, guayacán y maguey áspero, a los tres meses, las sustancias húmicas (T2) si tuvieron efecto, con respecto al testigo (T0), mientras que en costilla de vaca y maguey manso, el nutriente enraizador es el que observó el efecto. Aunque en general, el grosor en el diámetro del tallo muestra diferencias de décimas de milímetro, lo cual es debido a que el

crecimiento en arbustivas leñosas es muy lento y sobre todo cuando las plantas están en etapa de establecimiento.

En mezquite y costilla de vaca los dos tratamientos tuvieron efecto sobre el testigo, ya que sus valores fueron superiores a éste, mientras que en maguey áspero, sólo las sustancias húmicas fueron mejores que el testigo.

## LITERATURA CITADA

- Agredano H., F. de J. 1986. Especies forrajeras nativas de Baja California Sur. En: Segunda Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Gómez Palacio, Dgo. Publicación especial núm. 3. INIF. SF. SARH. México. p. 95-99.
- Andrew, M.H., I.R. Noble and R.T. Lange. 1979. A non-destructive method for estimating the weight of forage on shrubs. *Aust. Rangel. J.* 1(3): 225-231. Australia.
- Andrew, M.H., I.R. Noble, R.T. Lange and A.W. Johnson. 1981. The measurement of shrub forage weight: three methods compared. *Aust. Rangel. J.* 3(1): 74-82. Australia.
- Bach, M. 1992. Mejora genética de especies arbóreas de zonas áridas y semiáridas: estado de adelanto de un proyecto de la FAO. *Unasylyva.* 43(1): 1- 13. Roma, Italia.
- Barenque O., J. R. 1991. Evaluación del ácido húmico (Humitrón) y del fertilizante foliar (Foltrón Plus) en el sistema de conducción del tomate (*Lycopersicum esculentum* M.). Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 73 p.
- Bolívar D., M. 1987. Salinidad, mejoradores de suelo y elementos nutritivos en el desarrollo del guayule. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 76 p.
- Borel, R. 1993. Diseño y manejo de los sistemas silvopastoriles. Taller Internacional sobre Tecnologías Agroforestales. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, México. 22 p.
- Briscoe, C. 1979. Agroforestación en Jarí florestal e agropecuario, Brasil. En: De las Salas, R. (Ed.). *Actas taller sistemas agroforestales en América Latina.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 127- 131.
- Cabral D., R. and N.E. West. 1986. Reference united-based estimates of winterfat browse weights. *J. Range Manage.* 39(2): 187-189. United States of America.

- Camacho M., F. 2001. Los arbustos forrajeros en el Estado de Hidalgo. INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. México. 25 p. (En Prensa).
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line-interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*. 39 (2): 192 - 194. United States of America.
- Carranza P., M. A. y J. A. Villarreal Q. 1997. Leguminosas de Coahuila, México. Claves y descripción de especies. UAAAN. Depto. de Botánica. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 26, 27 y 147.
- Cepeda D., J. M. 1984. Uso de isotermas de adsorción de fósforo para estimar los requerimientos de fertilizante fosfatado, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis. Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1971. Carta topográfica y edafológica. G14-C42. Escala 1:50 000. Color: varios. 2 ed. Secretaria de la Presidencia. México. 1 h.
- Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1983. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México. D. F. 138 p.
- Combe, J. y G. Budowski. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revisión de literatura. En: De las Salas, R. (Ed.) Actas Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 17-48.
- Cook, C. W. 1972. Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. In: McKell, C. M., J. P. Blaisdell and J. R. Gooding (Eds.). *Wildland shrubs. Their biology and utilization*. USDA Forest Serv. General Technical Report Int-1. Utah State University. Logan, USA. p. 303 - 310.
- Correll, D. S. and M. C. Johnston. 1979. *Manual of the vascular plants of Texas*. The University Press. College Station, Texas. USA. 245 p.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero). 1972. Coeficientes de agostaderos de la República Mexicana. Estado de Coahuila. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 165 p.
- Cronquist, A. 1978. *Botánica básica*. Ed. Continental, S.A. México. 587 p.

- FAO (Food and Agriculture Organization). 1993. Consulta de expertos sobre el avance de la agroforestería en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe. Memoria. Conclusiones y Recomendaciones. Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. México. 8 p.
- Flores M., J. A. 1981. Bromatología animal. 2 ed. Ed. Limusa. México. 930 p.
- Foroughbackhch, R., R. G. Ramirez L., A. Hauad N. E., C. Morales and J. M. Rodriguez. 1997. Seasonal dynamics of the leaf nutrient profile of 10 native shrubs of northeastern Mexico. Forest, Farm and Community Tree Research Reports. 2: 8 - 12. United States of America.
- Fuentes R., A. S. 1997. Evaluación del análisis dimensional para estimar biomasa forrajera y utilización de damiana (*Turnera diffusa*, Wild.) por bovinos en Baja California Sur, México. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 107 p.
- García M., E. y A. Romero M. 1994. Aprovechamiento múltiple y rendimiento sustentable en áreas de apacentamiento. En: Memorias del Décimo Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP. Facultad de Agronomía. Monterrey, Nuevo León, México. p. 103 - 104.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of continental North American. Univ. Arizona Press. Tucson, Az. 680 p.
- Gómez A., V., D. E. Dávila F. y L. Pérez R. 1996. Potencial de Agave spp. en la rehabilitación de pastizales degradados. En: Memorias del Décimo Segundo Congreso Nacional sobre el Manejo de Pastizales. SOMMAP. Zacatecas, Zac. p. 19.
- Gómez T., B. 1992. Bioactivadores húmicos y acolchado orgánico en el cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.) en Arteaga, Coahuila. Tesis. Maestría. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 161 p.
- González S., F. N. 1999. Métodos para el análisis y evaluación del hábitat de la fauna silvestre. En: Sánchez O. y E. Vázquez D. (Eds.). Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y manejo de vertebrados del norte árido y semiárido de México. CONABIO, DGVS, INE-SEMARNAP, USFWS Y FCF-UANL. México. p. 41 - 48.
- Grimaldo M., J. P. 1998. Crecimiento y desarrollo de dos especies de arbustos del semidesierto en diversos sustratos. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 42 p.

- Gutteridge, R. C. y H. M. Shelton. 1994. El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. En: Krishnamurthy, L. y J. A. Leos R. Agroforestería en desarrollo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 17 - 43.
- Hansen, D. J. 1989. Reclamation and erosion control using shrubs. In: McKell, C. M. (Ed.). The biology and utilization of shrubs. Academic Press Inc. San Diego, USA. p. 459 - 478.
- Harris, L. E. 1972. Physiological problems in animal use of shrubs as forages. In: McKell, C. M., J. P. Blaisdell and J. R. Gooding (Eds.). Wildland shrubs. Their biology and utilization. USDA Forest Serv. General Technical Report Int-1. Utah State University. Logan, USA. p. 303 - 310.
- Hossein S., G. M. y R. Maldonado G. 1982. Potencial de la flora de las zonas áridas. Rev. Ciencia y Desarrollo. CONACYT. México. 47(6): 98-109.
- Hunt, R. 1989. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Unwin Hyman Ltd. London, UK. 112 p.
- Infante G., S. 1980. Estadística no paramétrica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 213 p.
- Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA-SARH. México, D.F. 48 p.
- Kass D., C. L. 1994. Domesticación de árboles para la agroforestería: situación actual y direcciones futuras. En: Krishnamurthy, L. y J. A. Leos R. Agroforestería en desarrollo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 44 - 60.
- López G., J.J. 1986. Tecnología forestal. En: Medina T., J.G. y L.A. Natividad B. (Eds.). Metodología de planeación integral de los recursos naturales. Depto. de Recursos Naturales Renovables. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 156-157.
- Loredo O., C. y J. Villanueva D. 1993. Establecimiento de costilla de vaca con captación *in-situ* de lluvia. Memorias del Noveno Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Hermosillo, Sonora. p. 26 - 27.
- Madinaveitia R., H., E. Cervantes A. y J. D. Murillo V. 2000a. Reproducción asexual y sobrevivencia de *Atriplex canescens* (Pursh) en ecosistemas degradados del ejido Lindavista, Valle de Acatita, Municipio de Francisco I. Madero, Coah. En: Memorias del Décimo Cuarto Congreso Nacional sobre el Manejo de Pastizales. SOMMAP. Guadalajara, Jalisco.

- Madinaveitia R., H., R. Serrato S., E. Cervantes A. y C. M. Valencia C. 2000b. Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados del Valle de Acatita, Municipio de Francisco I. Madero, Coah. En: Memorias del Décimo Cuarto Congreso Nacional sobre el Manejo de Pastizales. SOMMAP. Guadalajara, Jalisco.
- Maldonado A., L. J. 1989. El rol de los sistemas agroforestales en zonas áridas y semiáridas. Reporte científico No. Especial 6. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L., México. p. 15.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la UAAAN. Depto. de Agrometeorología. División de Ingeniería. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 29 - 34.
- Mercado B. G. 1990. Evaluación del efecto del fertilizante foliar poliquel-zinc y del ácido húmico sobre el desarrollo y producción del nogal *pecanero* (*Carya illinoensis* Koch.) cvs. Western y Wichita. Tesis Licenciatura. 87 p.
- Mysterud, A. and E. Ostbye. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin*. 27 (2): 385 - 394. United States of America.
- Nair P. K., R. 1997. Agroforestería. Edición y revisión en español L. Krishnamurthy. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH. Chapingo, México. p. 197-228.
- Narro F., E. A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. Depto. de Suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 214 p.
- Nava C., R. y L. Pérez R. 1987. *Atriplex canescens*: Manejo y utilización con criterios de ecocultivos. Avances de investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 57.
- Nava C., R., J. Gastó C. y R. Armijo T. 1976 a. Alternativas de transformación de las zonas áridas. Monografía Técnico-Científica. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 2 (1): 145-179.
- Nava C., R., J. Gastó C. y R. Armijo T. 1976 b. Arquitectura ecosistémica. Fundamentos y génesis. Monografía Técnico-Científica. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 2 (2): 738-855.
- Payne, N. F. and F. C. Briant. 1994. Techniques for wildlife habitat management of uplands. McGraw-Hill. USA. p. 283 - 346, 554 - 669.

- Pieper, R. D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. Dep. of Animal Range and Wildlife Science. New Mexico State Univ. Las Cruces, N. M., USA.
- Ramírez M., L. F. 1996. Respuesta a la fertilización y riego del maguey *Agave salmiana* para uso forrajero en el Cañon de San Antonio de las Alazanas. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 42 p.
- Ramírez R., G. 1996. Feed value of browse. In: VII International conference on goats. International Academic Publisher. 2: 510 - 527. Beijing, China.
- Rodríguez C., V. M. y O. U. Martínez B. 1996. Comparación de diferentes estrategias de establecimiento de especies forrajeras en matorral parvifolio inerme. En: Memorias del Décimo Segundo Congreso Nacional sobre el Manejo de Pastizales. SOMMAP. Zacatecas, Zac. p. 19.
- Urness, P. J. 1989. Shrubs as habitats for wildlife. In: McKell, C. M. (Ed.). The biology and utilization of shrubs. Academic Press Inc. San Diego, USA. p. 441 - 458.
- Vásquez A., R., J.A. Villarreal Q. y J. Valdés R. 1997. Las plantas de pastizales del norte de México. Folleto de divulgación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 3 (6): 1-24.
- Vázquez Y., C., A. I. Batis M., M. I. Alcocer S., M. Gual D. y C. Sánchez D. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología. UNAM. México. 311 p.
- Velasco M., H.A. 1983. Uso y manejo del suelo. Ed. Limusa. 5 ed. México, D.F. 185 p.
- Velasco M., H.A. 1991. Las zonas áridas y semiáridas. Ed. Limusa. México, D.F. 725 p.
- Villalón M., H. 1994. Establecimiento de un sistema pastoral-silvícola en un área degradada del noreste de México. En: Memorias del Décimo Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP. Facultad de Agronomía. Monterrey, Nuevo León, México. p. 103 - 104.
- Villena, F. and J. A. Pfister. 1990. Sand shinnery oak as forage for Angora and Spanish goats. J. Range Manage. 43(2): 116-122. United States of America.

- Von P., C. 1984. Árboles y arbustos de usos múltiples, oportunidades y limitaciones. El establecimiento de una base de datos de árboles de usos múltiples. Documento de trabajo N° 17, ICRAF. Turrialba, Costa Rica. p. 17.
- Welch, L. B. 1988. Nutritive value of shrub. In: McKell, C. M. (Ed.). The biology and utilization of shrubs. Academic Press Inc. San Diego, USA. p. 405 - 422.

# APÉNDICE

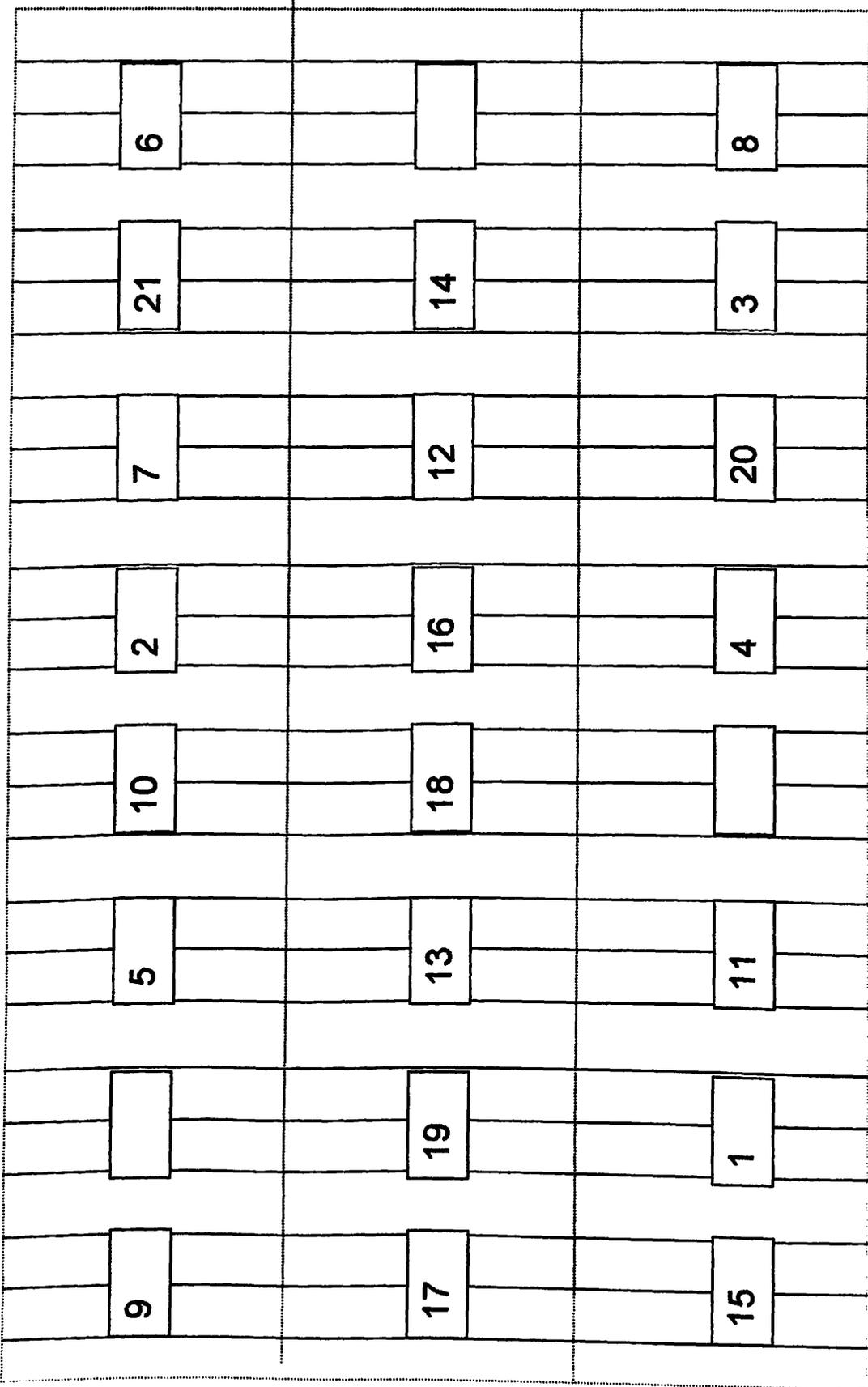


Figura A.1. Diseño de la parcela experimental núm. 1.

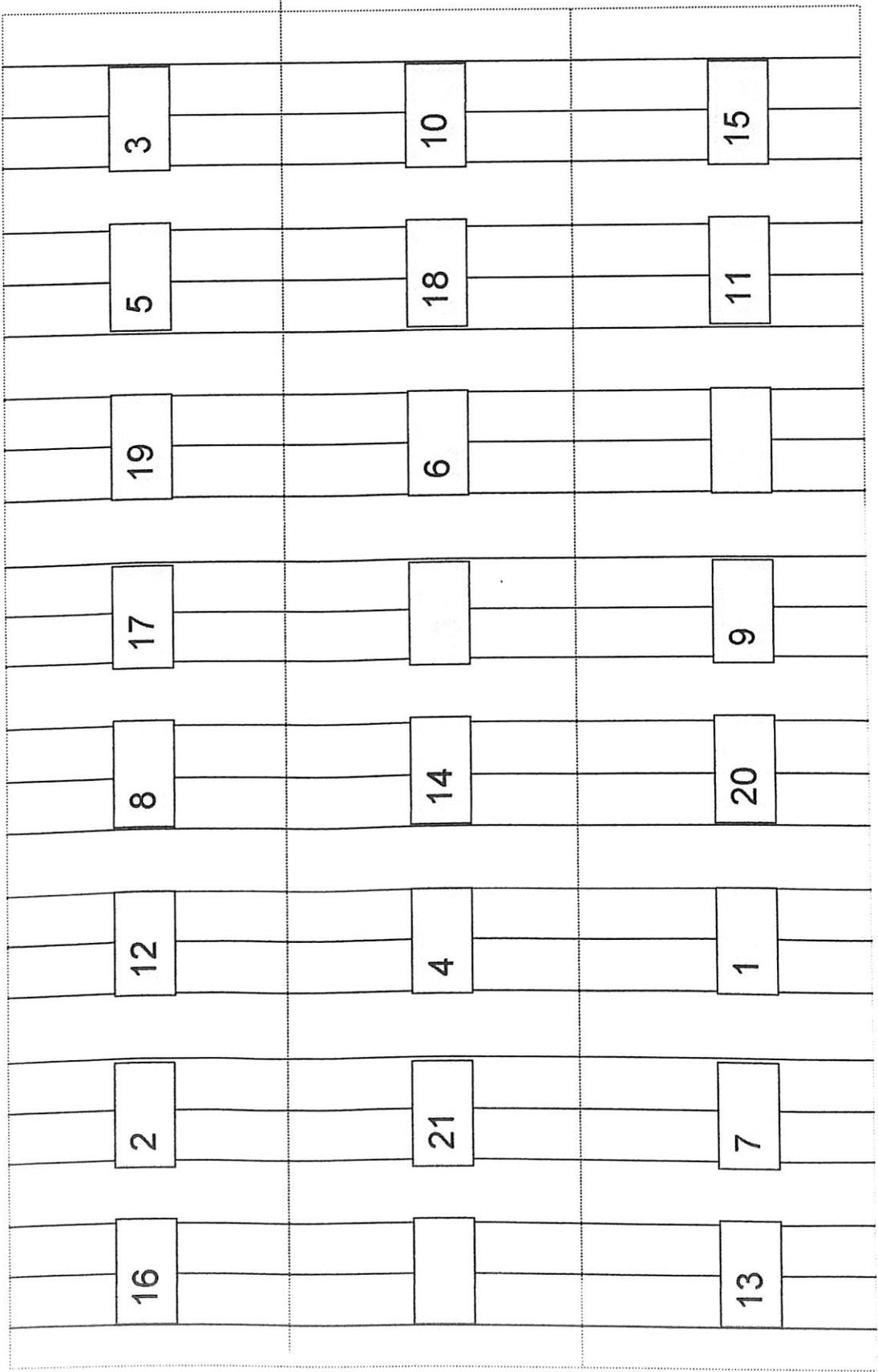


Figura A.2. Diseño de la parcela experimental núm. 2.

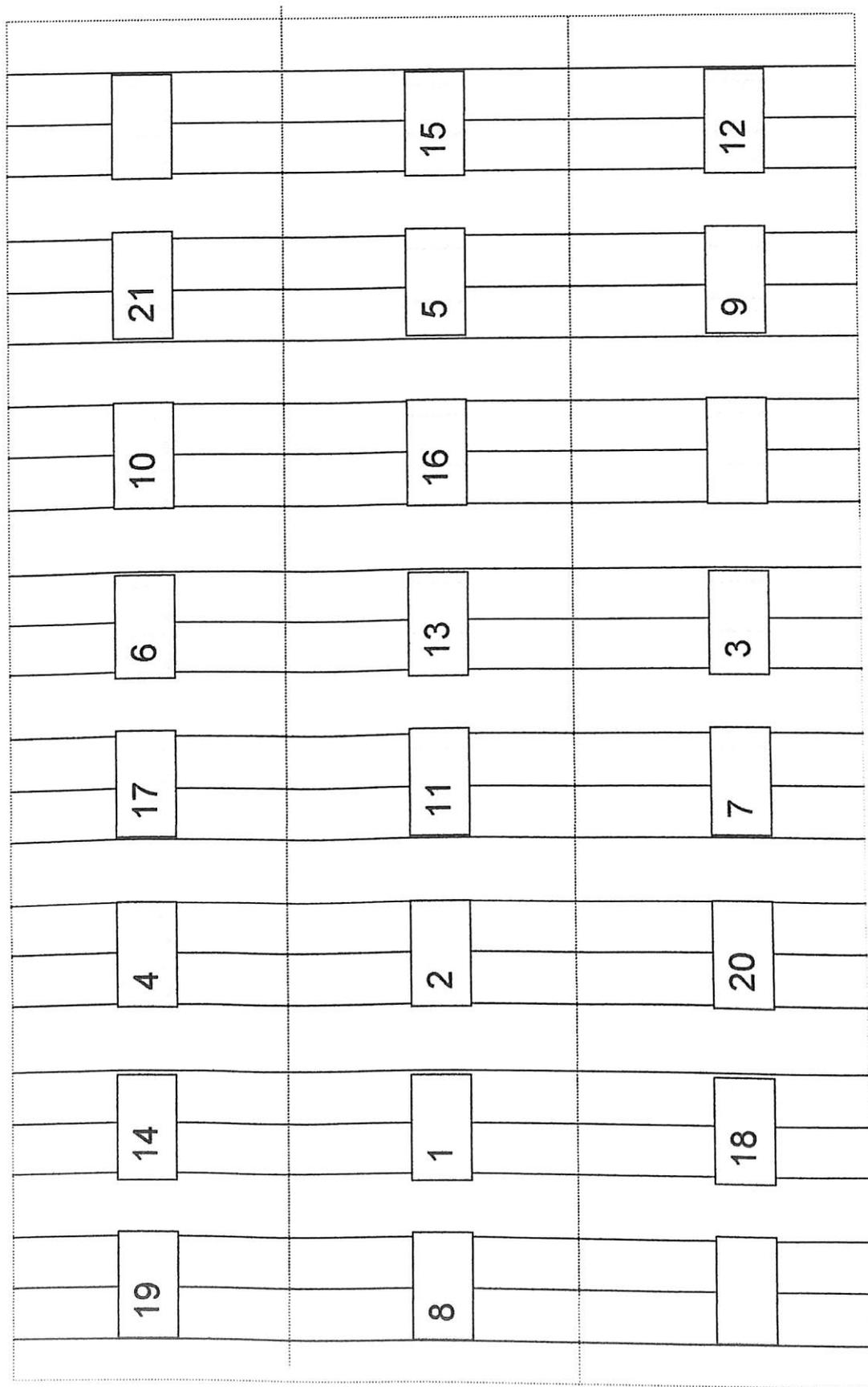


Figura A.3. Diseño de la parcela experimental núm. 3.

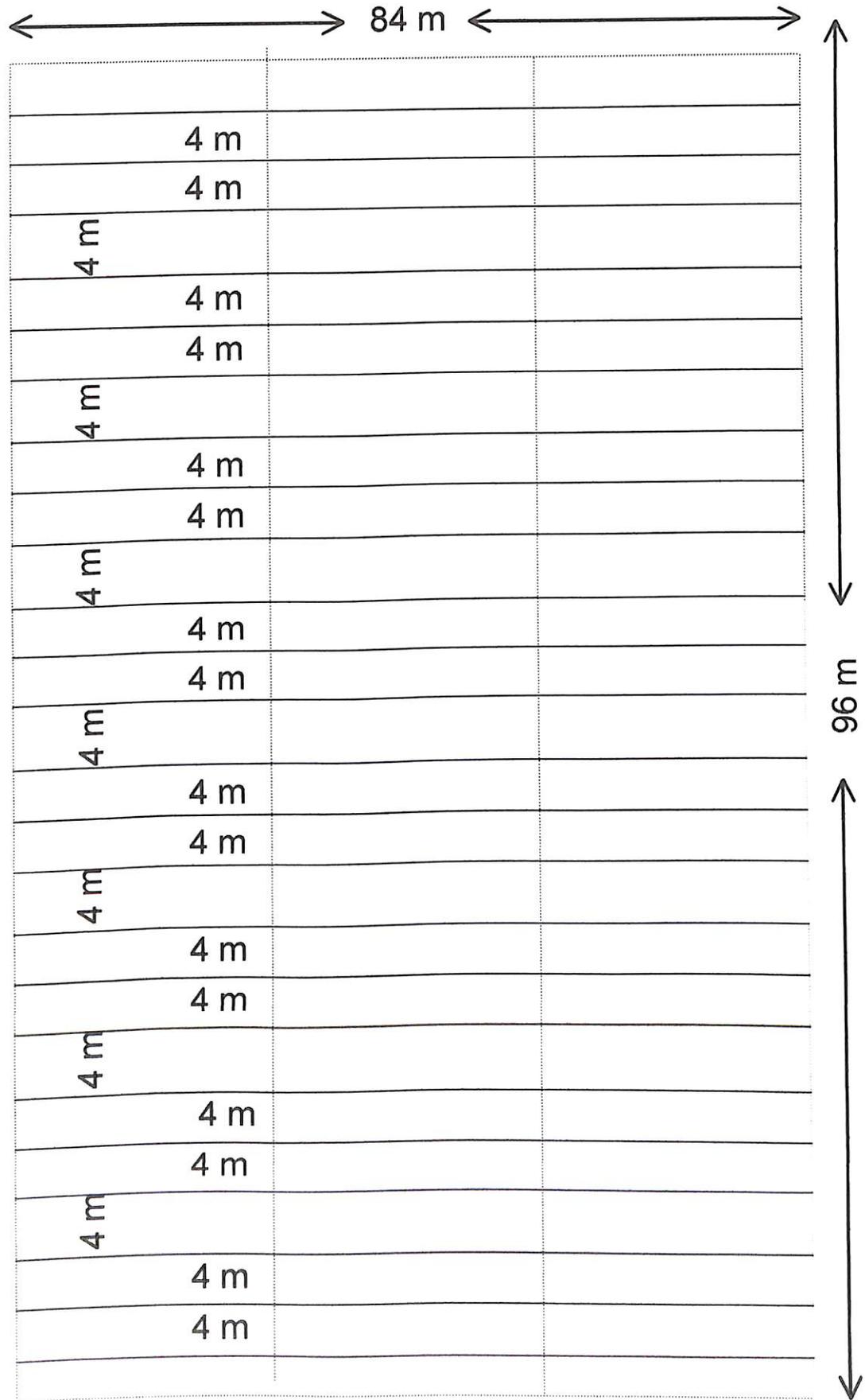


Figura A.4. Ejemplo para el establecimiento de una parcela de estudio.

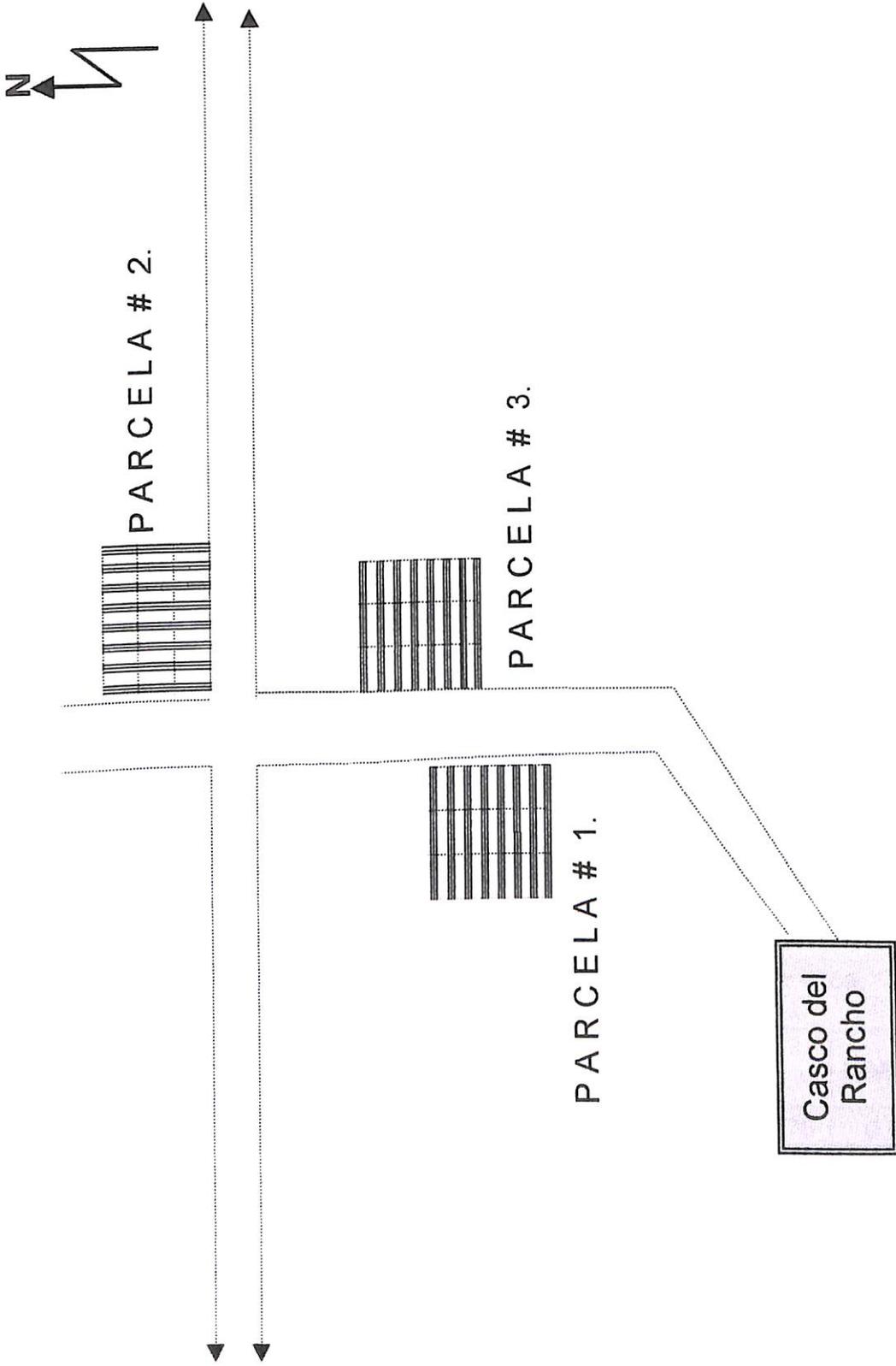


Figura A.5. Distribución de las parcelas experimentales (repeticiones).

Cuadro A.1. Análisis de varianza de la cobertura en mezquite.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	NIVEL SIGNIF.
REPETICIÓN	2	136.9129	68.4565	13.448	0.0000 **
TIEMPO	3	110.2593	36.7531	7.220	0.0001 **
TRATAMIENTO	2	28.6302	14.3151	2.812	0.0607 N.S.
INTERACCIÓN (TRAT. x TIEMPO)	6	10.3843	1.7307	0.340	0.9157 N.S.
ERROR	720	3665.1276	5.0904		
TOTAL	755	4109.6081			
* Significativo.      ** Altamente significativo.      N.S. No Significativo.					

Cuadro A.2. Análisis de varianza de la cobertura en guayacán.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	NIVEL SIGNIF.
REPETICIÓN	2	6.65407	3.3270	0.411	0.6634 N.S.
TIEMPO	3	174.69126	58.2304	7.186	0.0001 **
TRATAMIENTO	2	519.02495	259.5125	32.025	0.0000 **
INTERACCIÓN (TRAT. x TIEMPO)	6	33.7398	5.6233	0.694	0.6546 N.S.
ERROR	720	5834.5467	8.1035		
TOTAL	755	6791.9982			
* Significativo.      ** Altamente significativo.      N.S. No Significativo.					

Cuadro A.3. Análisis de varianza de la cobertura en costilla de vaca.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	NIVEL SIGNIF.
REPETICIÓN	2	28.4422	14.2211	9.375	0.0001 **
TIEMPO	3	9.1050	3.0350	2.001	0.1125 N.S.
TRATAMIENTO	2	2.6610	1.3305	0.877	0.4164 N.S.
INTERACCIÓN (TRAT. x TIEMPO)	6	0.7264	0.1211	0.080	0.9981 N.S.
ERROR	720	1092.1939	1.5169		
TOTAL	755	1162.3560			
* Significativo.      ** Altamente significativo.      N.S. No Significativo.					

Cuadro A.4. Análisis de varianza de la cobertura en maguey manso.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	NIVEL SIGNIF.
REPETICIÓN	2	5464.6929	2732.3465	31.877	0.0000 **
TIEMPO	3	819.1022	273.0341	3.185	0.0233 *
TRATAMIENTO	2	2383.8882	1191.9441	13.906	0.0000 **
INTERACCIÓN (TRAT. x TIEMPO)	6	393.0204	65.5034	0.764	0.5982 N.S.
ERROR	20	61714.482	85.7145		
TOTAL	755	72221.352			
* Significativo.      ** Altamente significativo.      N.S. No Significativo.					

Cuadro A.5. Análisis de varianza de la cobertura en maguey áspero.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	NIVEL SIGNIF.
REPETICIÓN	2	227.3629	113.6815	4.392	0.0127 *
TIEMPO	3	521.4348	173.8116	6.715	0.0002 **
TRATAMIENTO	2	29.6010	14.8005	0.572	0.5648 N.S.
INTERACCIÓN (TRAT. x TIEMPO)	6	92.3494	15.3916	0.595	0.7348 N.S.
ERROR	720	18635.892	25.8831		
TOTAL	755	20661.641			
* Significativo.      ** Altamente significativo.      N.S. No Significativo.					

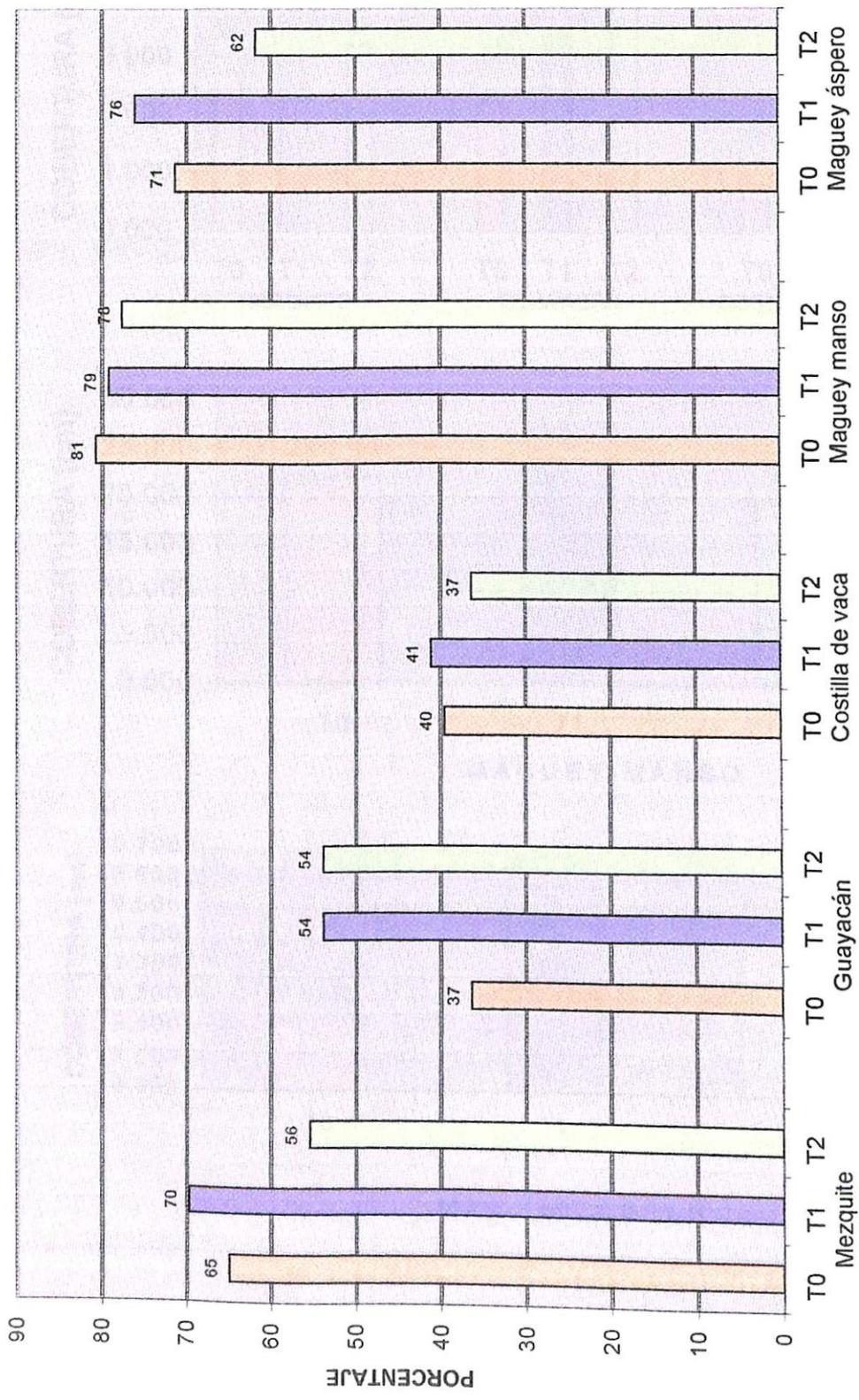


Figura A.6. Comparación del porcentaje de establecimiento de cada especie y por tratamiento.

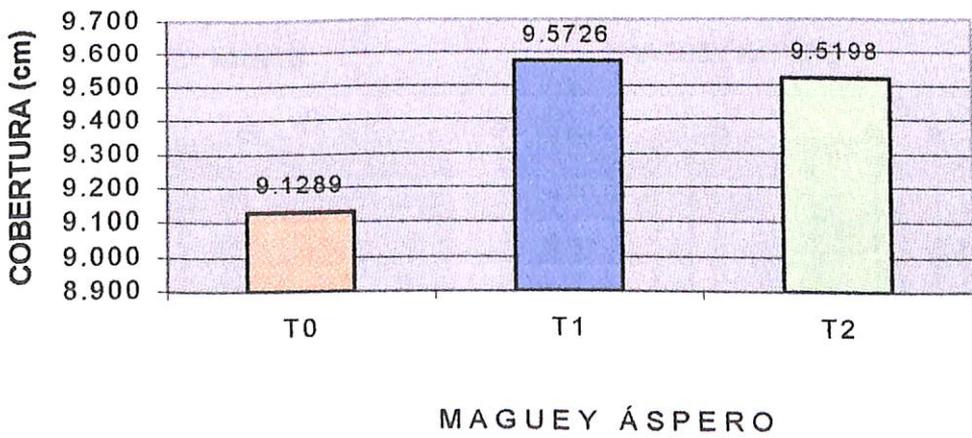
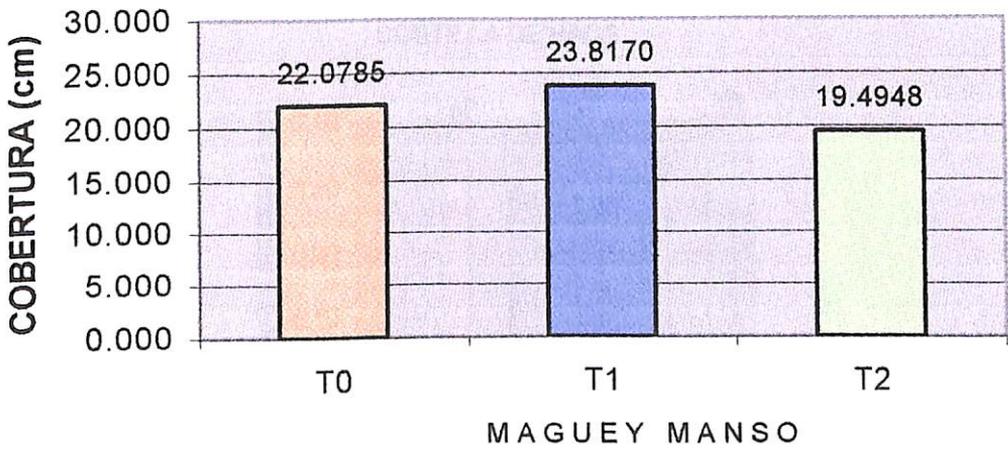
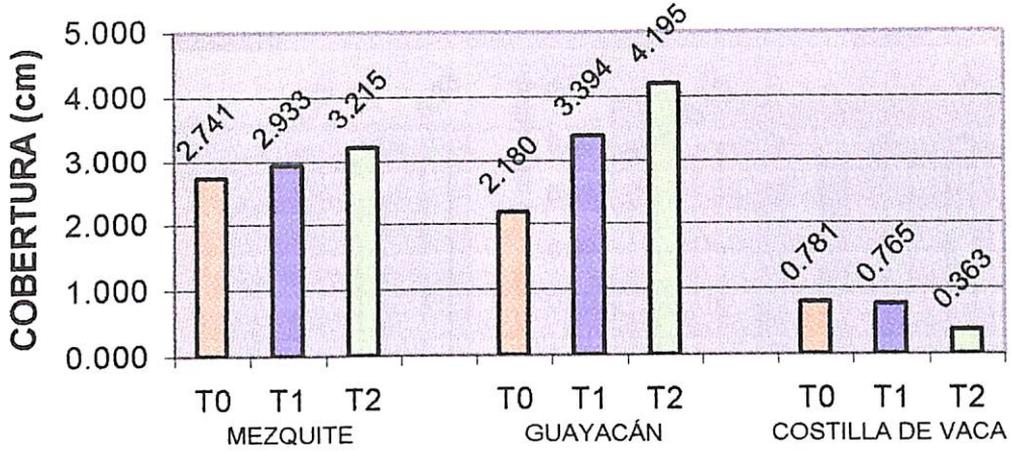


Figura A.7. Comparación de medias en cobertura aérea de cada especie y por tratamiento.

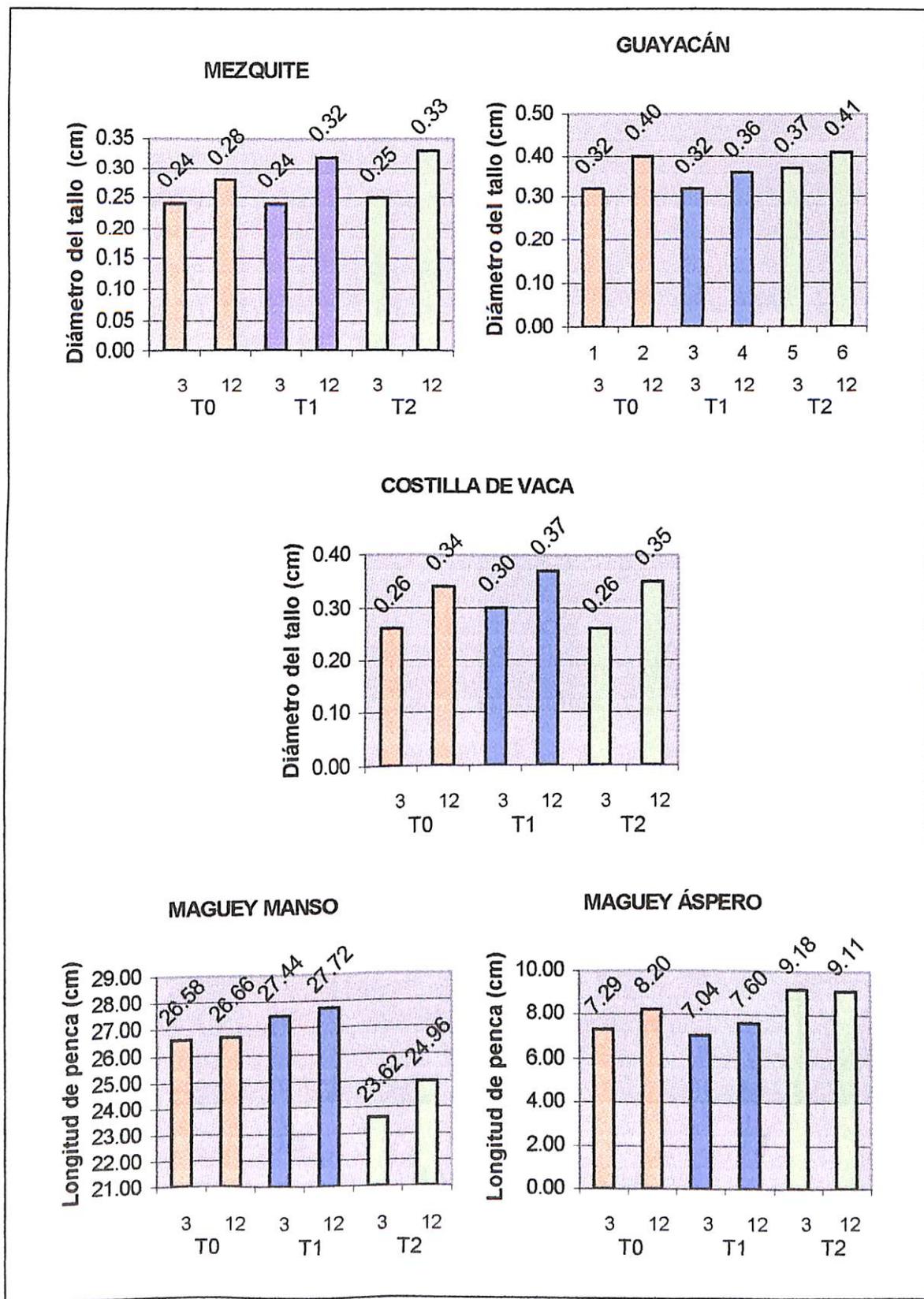


Figura A.8. Comparación de medias en crecimiento de cada especie y por tratamiento.

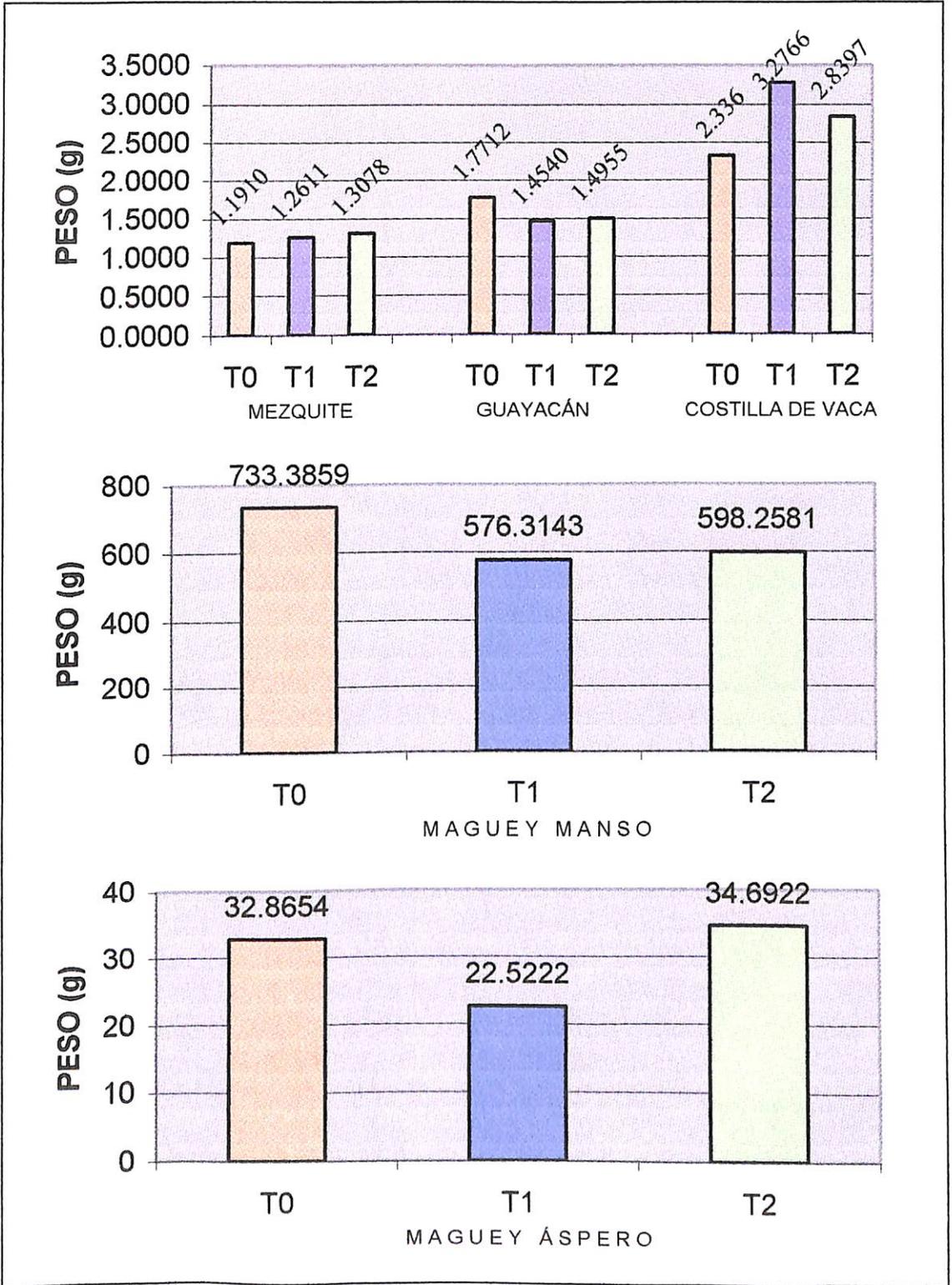


Figura A.9. Comparación de medias en fitomasa aérea de cada especie y por tratamiento.