

EFEECTO DEL TIPO DE CAMA DE SIEMBRAS Y  
DISTURBIO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE  
GRAMINEAS NATIVAS BAJO CONDICIONES ARIDAS

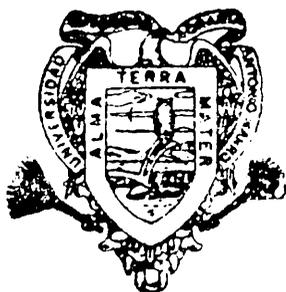
EDUARDO DE JESUS RUIZ FERNANDEZ

T E S I S

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



BIBLIOTECA  
SERGIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"  
PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

EFFECTO DEL TIPO DE CAMA DE SIEMBRA Y DISTURBIO  
SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE GRAMINEAS NATIVAS BAJO  
CONDICIONES ARIDAS.

TESIS

POR

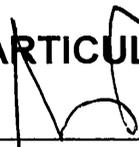
EDUARDO DE JESUS RUIZ FERNANDEZ

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

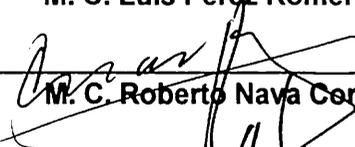
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES

COMITE PARTICULAR:

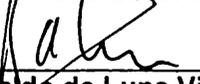
Asesor principal:

  
M. C. Luis Pérez Romero

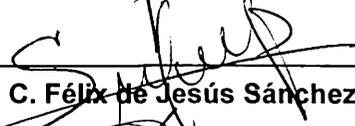
Vocal :

  
M. C. Roberto Nava Coronel

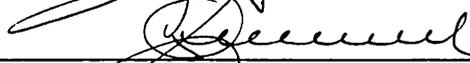
Vocal :

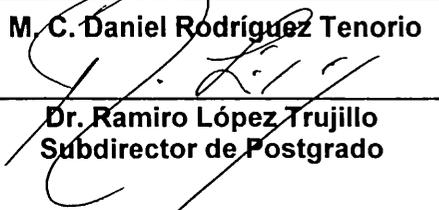
  
M. C. Reginaldo de Luna Villarreal

Vocal :

  
M. C. Félix de Jesús Sánchez Pérez

Vocal :

  
M. C. Daniel Rodríguez Tenorio

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo 2001.

## AGRADECIMIENTOS.

Agradezco en primer lugar a nuestro Gran Dios, creador de todo lo que existe en nuestro entorno por darme la vida, salud, a mis padres, hermanos y amigos y por permitirme lograr una etapa más de mi formación profesional.

A mis padres, Sra. Eulalia Fernández de Ruiz y Sr. Erasmo Ruiz Solís por brindarme un enorme apoyo en todo momento en que lo requerí durante éste período de formación y por confiar siempre en mis decisiones.

A mis hermanos Eunice, Erasmo, Eulalia y Emmanuel, por estar en todo momento conmigo alentando mis esfuerzos y por respetar mis decisiones.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por brindarme el apoyo requerido en todos los aspectos y de esa manera poder lograr el grado de Maestro en Ciencias.

A mis asesores M. C. Luis Pérez Romero, M. C. Reginaldo de Luna Villarreal, y al M. C. Roberto Nava Coronel, así como a todos mis maestros por motivarme a crecer en mi línea de estudio y de ésta manera normar mi criterio científico.

Al M. C. Daniel Rodríguez Tenorio (FMVZ – UAZ) y al Dr. Homero Salinas González (INIFAP – Zacatecas) por la confianza puesta en un servidor avalando el proyecto que diera lugar a cursar la presente Maestría en Ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (SIVILLA) por aprobar el proyecto a través del cual tomé la decisión de continuar estudiando a través de un postgrado.

Agradezco al M. C. Ricardo Vázquez Aldape su fina atención y disponibilidad ante diferentes situaciones y su actitud siempre entusiasta.

Al M. C. Francisco Rubio Aguirre, quien reafirmó mi motivación para realizar mi postgrado en ésta Institución.

Al Dr. Eduardo Aizpuru García por el apoyo moral siempre constante recibido de su parte a lo largo de la Maestría.

Agradezco a mi amigo Bartolo Romo Díaz, su amistad y el apoyo moral e intelectual ofrecido a lo largo de éste período de estudio sobretodo en los momentos más difíciles.

A Genaro Rodríguez Tinoco por su apoyo intelectual brindado de manera incondicional y compañeros de Maestría : Omar, Eloy, Sergio, Alejandro, Eliud, Juan Carlos y Adrián por su amistad y sentido de compañerismo.

## DEDICATORIA.

Dedico el presente trabajo en honor a mis Padres, Sra Eulalia Fernández de Ruiz y Sr. Erasmo Ruiz Solís quienes con toda su atención, amor y un enorme sacrificio me han apoyado en todo momento en la vida y han dirigido con sabiduría mi formación moral.

## COMPENDIO

Efecto del tipo de cama de siembra y disturbio sobre el establecimiento de gramíneas nativas bajo condiciones áridas.

POR

EDUARDO DE JESUS RUIZ FERNANDEZ

MAESTRIA

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2001

M. C. Luis Pérez Romero - Asesor -

Palabras clave : Revegetación, cobertura vegetal, pisoteo, acolchados, disturbio, parches degradados, cama de siembra y banco de semilla.

Las condiciones climáticas y edafológicas limitantes aunadas al manejo inadecuado de los pastizales de las regiones áridas del Norte de México han desencadenado un deterioro gradual sobre dicho recurso. Dado lo anterior, el presente trabajo se ha llevado a cabo con el fin de valorar la respuesta de la cobertura vegetal bajo los tratamientos asignados con fines de revegetación caracterizando así el efecto de la aplicación de acolchados y del disturbio superficial del suelo sobre dichas áreas a partir del banco natural de semilla, y determinar el método más eficiente en la recuperación de la cobertura vegetal.

Una vez concluida la prueba, los resultados obtenidos demuestran una consistencia en el efecto del pisoteo animal más acolchados (P + A) como el tratamiento más eficiente en la recuperación de la cobertura vegetal con valores de 2.02 y 5.60 por ciento en sentido mensual respectivamente para cada período y una producción de materia seca de 35.58 y 49.38 gr/m<sup>2</sup> para los dos años respectivamente (1999 y 2000). Lo anterior, nos permite demostrar la importancia de la descompactación superficial del suelo como un operador que permite mejorar la precipitación efectiva, así como el sombreado parcial de la superficie del suelo, regulando la evaporación y favoreciendo de ésta manera el microambiente de la cama de siembra, mostrándose dichas técnicas como una alternativa de rehabilitación de pastizales degradados bajo las condiciones climáticas limitantes características del Desierto Chihuahuense.

## ABSTRACT.

Effect of the seedbed kind and disturbance on native grasses establishment under arid conditions.

BY

EDUARDO DE JESUS RUIZ FERNANDEZ

MASTER IN SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 2001

M. C. Luis Pérez Romero - Advisor -

Key words : Disturbance, degraded patch, relative vegetation rate, seedbank, seedbed, trampling, shading.

The edafological, climatic conditions and the wrong management presents a strong limitant to the production on the arid grasslands carrying as a consequence the progressive degradation of this resource at the North - central region of Mexico. This situation has as consequence the low productivity of the resource. So, we were applying an experiment at Zacatecas State, in where was determined the effect of the mulching and surface disturbance on degraded patch and compact soil through six treatments along two periods (1999 and 2000) under lowest year precipitation (76 y 134 mm respectively). We found the

better results with the combination of the crust breaking (soil disturbance) and the mulching with brush branches on the soil ( $P > .05$ ) generating 2.02 and 5.60 percent of monthly vegetal coverage and producing 35.58 g/m<sup>2</sup> and 45.38 g/m<sup>2</sup> for each period respectively. Through this answer, we can assume about the importance of the soil shading and the breaking crust of it, for the rehabilitation of overgrazed areas due the better keeping of rainfall and the lessing evaporation effect. Finally, this information is very important to achieve the revegetation of areas with marginal characteristics.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de cuadros.....	vii
Indice de figuras.....	viii
I Introducción.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	3
Justificación.....	3
Hipótesis.....	4
II Revisión de literatura	
Reseña General.....	5
Ecología de la cama de siembra.....	8
Manipulación de la cama de siembra a través de materiales vegetales (acolchados).....	13
Banco de semilla en el pastizal.....	15
Disturbio superficial del suelo.....	17
Zacates nativos de porte bajo.....	19
III Materiales y métodos.	
Características generales del área.....	21
Parcela de Estudio.....	24
Aplicación de tratamientos.....	24
Variables respuesta.....	26

	Página
Métodos utilizados para evaluar cada variable.....	27
Diseño experimental.....	31
IV Resultados.	
Cobertura basal.....	33
Densidad total de plantas por metro cuadrado.....	35
Densidad de plantas por grupo de especies.....	37
Composición de especies.....	38
Producción de fitomasa aérea en pie.....	41
Tasa relativa de revegetación.....	43
Discusión.....	46
V Conclusiones.....	51
Consideraciones prácticas de manejo.....	52
VI Resumen.....	54
VII Literatura Citada.....	56
VIII Apéndice.....	62

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
2.1 : Producción de semilla en bancos naturales dentro de un matorral arbustivo.....	16
4.1.- Densidad de plantas por grupo de especies para los períodos de 1999 y 2000.....	38

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
3.1 :	Diagrama ombrotérmico que muestra la precipitación, evaporación y temperatura promedio presentes a lo largo del año en base al reporte de los últimos 11 años para el área de estudio.....	23
3.2 :	Diagrama ombrotérmico que muestra la precipitación, evaporación y temperatura promedio recibidas a lo largo de los últimos 11 años en el área de estudio.....	25
3.3 :	Diagrama que muestra la precipitación recibida durante los meses de crecimiento (Mayo – Octubre) en el área para los años de estudio (1999 y 2000).....	27
4.1.-	Respuesta de la cobertura vegetal a los tratamientos aplicados durante los dos períodos de observación (1999 y 2000).....	34
4.2 :	Densidad total de plantas representada por grupo de especies (perennes y anuales).....	36
4.3 :	Composición de grupos de especies establecidas durante los períodos de estudio.....	39
4.4 :	Producción de fitomasa aérea en respuesta a los tratamientos aplicados.....	42
4.5 :	Tasa relativa de revegetación obtenidas (1999 y 2000)...	44

## INTRODUCCION

Los pastizales del Norte del país antes de la conquista se encontraban en un estado climax sujeto exclusivamente al uso de herbívoros nativos y con la introducción posterior del ganado doméstico en la época colonial éstas extensas áreas constituyeron el elemento primordial para el desarrollo de la industria ganadera. Sin embargo, dada la falta de conocimiento de sus usuarios, dicho recurso se fue deteriorando de manera gradual trayendo como consecuencia un incremento sostenido de la frontera de desertización acompañado de una creciente erosión y en otro sentido una ruptura del ciclo hidrológico. Lo anterior trajo como consecuencia el que se llevaran a cabo intentos de rehabilitación de pastizales deteriorados aplicados con un carente sentido ecológico a través de resiembras de zacates introducidos eliminando para ello la vegetación nativa como un intento de transformación de ecosistemas con resultados poco alentadores. De ésta forma, se tiene que para incrementar el grado de éxito en la recuperación de la cobertura vegetal a través del manejo de su microambiente, es necesario hacer énfasis en las condiciones de humedad y temperatura del suelo principalmente para mejorar así el establecimiento de nuevos individuos y obtener resultados alentadores. A través de la presente investigación proponemos que la cobertura formada por

por arbustos, se puede recuperar a través de la aplicación de técnicas basadas en un enfoque ecológico, con lo cual se reducen los riesgos de desertización que resultan de la aplicación de prácticas tradicionales de resiembra, tomando en cuenta que los factores que intervienen en el establecimiento de un nuevo individuo son diversos dentro de los cuales podemos mencionar el tipo de cama de siembra, cantidad de semilla, especie seleccionada, nutrientes, humedad, temperatura, luz, etc. Bajo este contexto, la regeneración de nicho debe darse a partir del sitio seguro de germinación. Esto, bajo la premisa de que en los sitios degradados existe un banco de semilla que a través de un mecanismo desencadenador puede nuevamente rehabilitar ese sitio en potreros que sufren actualmente las consecuencias de un manejo ineficiente, ó en muchos casos inexistente.

### Objetivo

De manera general, el objetivo que se persigue a través de esta investigación se encuentra enfocado a caracterizar la efectividad de las técnicas aplicadas en el establecimiento de gramíneas nativas con fines de revegetación.

Los objetivos específicos son los siguientes :

- Caracterizar las diferentes respuestas en la revegetación de áreas desnudas bajo los tratamientos asignados.
- Demostrar la importancia de la aplicación de acolchados (ramas) en la recuperación de cobertura vegetal sobre superficies disturbadas.
- Determinar el efecto del impacto animal (pisoteo) sobre el establecimiento de gramíneas por unidad de superficie.
- Corroborar el hecho de que el disturbio superficial en forma mecánica funciona como un mecanismo estimulador sobre el banco de semilla natural.

### Justificación

El presente trabajo reviste de interés ya que de los pastizales áridos del Norte de México dependen miles de explotaciones ganaderas de pequeña y mediana escala, las cuales obtienen su sustento de los mismos a través de la producción tanto de carne como de leche, existiendo actualmente la necesidad de rehabilitar dicho recurso a partir de los elementos ahí existentes. Lo anterior, exige la necesidad de generar técnicas de manejo basadas en la utilización adecuada de los elementos presentes en dichos ecosistemas como

herramientas auxiliares para la rehabilitación ecológica de los mismos, desarrollando de ésta forma nuevas rutas de investigación científica y la formación de recursos humanos enfocados dicha área de estudio. A su vez, la mayoría de las regiones áridas de nuestro país presentan un deterioro caracterizado por escasa cobertura vegetal con un alto grado de escorrentía lo cual exige la realización de prácticas de manejo que coadyuven a favorecer la cosecha de agua en el suelo dando pie a la revegetación del mismo estimulando así los ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas implicados.

### Hipótesis

Ho : Los acolchados colocados sobre las camas de siembra disturbadas con pisoteo animal generan un mayor establecimiento de gramíneas en comparación al método de resiembra tradicional.

Ho : El acolchado de ramas favorece una tasa mayor de revegetación de parches degradados (superficies desnudas) que la exclusión de potreros.

Ho : El disturbio superficial del suelo en forma mecánica contribuye de manera más rápida a la regeneración de la cobertura vegetal en contraste con el método de exclusión.

## REVISION DE LITERATURA

### Reseña General

En las últimas décadas la agricultura y la ganadería se han constituido en las actividades principales de los habitantes de las zonas áridas del Norte de México y de algunas otras regiones del mundo y a través de las mismas el hombre ha ejercido una presión muy fuerte en los ecosistemas en general y en los pastizales en lo particular lo cual ha provocado que se genere un fuerte deterioro de dichos ecosistemas (Gutiérrez *et al.*, 1995). Dado lo anterior, se tiene que una extensa superficie de México está dominada por zonas áridas y semiáridas representando más del 50 por ciento del territorio nacional (Villanueva, 1991). En el caso de los pastizales del Centro Norte, éstos han estado sometidos al pastoreo continuo en los últimos 4 siglos, lo cual ha repercutido en efectos devastadores que dificultan su manejo adecuado (Mora *et al.*, 1986) sin embargo, es importante tener en cuenta la región la ganadería es una de las actividades más importantes y más estable que la agricultura temporal (Vázquez *et al.*, 1986) y para 1987 el estado de Zacatecas contaba con una superficie de 7'504,000 ha, dentro de las cuales 5'634,000 se han utilizado como agostaderos que en términos

generales se encuentran sobrepastoreados y fuertemente degradados con una marcada disminución en la producción de forraje mostrando suelos fuertemente erosionados con baja productividad donde la vegetación deseable ha desaparecido ó está por desaparecer (Rodríguez, 1992), lo cual va reduciendo la biodiversidad con alteraciones de los atributos de los ecosistemas que son en ocasiones irreversibles (Committee on Rangeland Classification, 1994) sobretodo en los suelos donde se pastorea ganado los cuales presentan diferentes grados de compactación reduciendo de ésta forma su productividad con la consecuente ruptura de los agregados, separación de partículas y sellado de los poros a causa del impacto animal (Thurow, 1990) con formación de costras sobre la superficie del suelo (Skujins, 1991), por lo que la mayor parte de las precipitaciones se pierden principalmente por escurrimiento (Garza *et al.*, 1985). De lo anterior, deriva la necesidad de identificar y evaluar los procesos asociados al pastoreo dentro del contexto de sistema ecológico basándonos en la estructura y funcionamiento de dicho sistema (Briske and Heitschmith, 1991), tomando en cuenta todos los factores posibles presentes en el pastizal (Vallentine, 1990) aplicando así las prácticas compatibles con el ambiente que caracteriza a cada tipo de ecosistema (Bell, 1973). En relación a la revegetación con un enfoque natural, ésta consiste en la aplicación de los principios generales de manejo de pastizales y prácticas de mejoramiento que permitan una sucesión secundaria mejorando así la condición del pastizal a niveles satisfactorios (Garza *et al.*, 1985) teniendo así que el manejo ó transformación de los pastizales a través de la revegetación se puede hacer de dos formas : natural y artificialmente y, en relación a ésta última, Almeida

(1991), menciona algunos resultados obtenidos a través de prácticas con introducción de especies en diferentes estados del Norte de México, dentro de lo cual destacan los trabajos en Sonora, donde se resembró Buffel obteniendo un buen establecimiento pero una baja producción con un régimen de 200 mm de precipitación, y en áreas más húmedas se propagó adecuadamente en un inicio y posteriormente se plagaron los cultivares con salivazo mostrando fuertes pérdidas. Así mismo, en Cuencamé, Dgo. después de 17 años *Eragrostis lehmanniana* conserva un nivel de propagación escaso al igual que *Bouteloua curtipendula* en Matehuala, S. L. P. Dado el anterior panorama, es imprescindible tener en cuenta que el uso de especies exóticas en los pastizales siempre estará limitado por barreras ambientales tales como diferencias de precipitación, temperatura, suelo, altitud, entre otros lo cual ha causado pérdidas del recurso y un marcado efecto competitivo sobre especies nativas durante los últimos 50 años (Roundy *et al.*, 1997b).

### Ecología de la cama de siembra

El establecimiento de la cama de siembra normalmente es difícil porque casi siempre se presenta un microambiente adverso (secado rápido, temperaturas desfavorables, el efecto del viento sobre el suelo desnudo y la formación de costras sobre el suelo) (Herbel, 1971), a su vez, el proceso hidrológico alterado, los microambientes afectados y las pocas fuentes de semilla crean barreras para un proceso de mejora natural en los ecosistemas (Whisenant, 1999) de ésta manera, el desarrollo de la germinación y

establecimiento de gramíneas implementadas a través de camas de siembra requieren de un microambiente el cual provea de condiciones adecuadas de suelo, agua, temperatura (Winkel, 1990), la presencia de plantas que generan sombra, contenido de nutrientes del suelo, espacios abiertos disponibles en la superficie (Gobbi and Schlichter, 1998) entre otros requerimientos específicos para cada especie. Cuando estos elementos se reúnen, se constituyen entonces los llamados "sitios seguros" (Winkel, 1990), los cuales pueden proveer a las semillas de: 1) El estímulo necesario para romper con la dormancia, 2) Las condiciones necesarias para romper con la dormancia, y 3) Los recursos como agua y oxígeno que son utilizados en el curso de la germinación (Reynaga, 1995). El término sitio seguro fue sugerido por Harper *et al.*, (1969) para describir un micrositio en un área que posee condiciones deseables para la germinación de semillas y el establecimiento de una especie en particular. Por otra parte, la isla de fertilidad puede ser considerada como un sitio seguro desde el punto de vista ecológico, al respecto, Harper (1977) citado por Pérez (1990), propone este término para describir los micrositios que son susceptibles para la germinación y establecimiento de plantas, sin embargo estos micrositios tienen grados diferentes de susceptibilidad los cuales se reflejan en las posibilidades de germinación, sobrevivencia y crecimiento plantular. Para Breshears *et al.* (1998), las copas de los arbustos en las regiones áridas benefician a dichos ecosistemas influyendo sobre la temperatura y evaporación del suelo, lo cual favorece el fenómeno de germinación, ayudando a mantener reservas de nutrientes en el mismo con la acumulación de materia orgánica y suelo fino debajo del dosel del arbusto en el

cual intervienen varios factores para su formación (Garner y Steinberger, 1989 citados por Pérez, 1990) también compiten en cierto grado por factores de importancia con las gramíneas, pero sin embargo, los beneficios son mayores dados los efectos sobre el micrositio (Whisenant, 1999), lo cual puede ocurrir en forma natural en lugares donde se presentan irregularidades (relieves) y depresiones en la superficie del suelo, por la presencia de grava, piedras ó superficies cubiertas por plantas, también se puede lograr al ser construido de manera artificial por la aplicación de equipo de siembra y provocado por el pisoteo del ganado (Winkel *et al.*, 1991), el cual tiene efectos benéficos sobre el suelo, ya que genera la formación de sitios seguros (Coffin *et al.*, 1998). Es evidente que una de las características más importantes de un micrositio, es la formación de puntos de seguridad para la semilla asociando de ésta manera un alto grado de humedad al suelo y como consecuencia un mejor establecimiento de las especies (Sheldon 1974). Los micrositios se correlacionan en forma directa con un alto grado de germinación, sobretodo donde existe presencia de depresiones (hoyos), el humedecimiento del suelo es mayor (Harper, 1965 y Sheldon, 1974), en contraste con aquellos puntos en que la superficie se muestra regular (Eckert *et al.*, 1986), por otra parte, los parches de vegetación compuestos por el especies leñosas provén de micrositios para el establecimiento de otras especies, por lo cual uno de los efectos de mayor importancia sobre las áreas que cubren, es la disminución de la temperatura en la superficie reduciendo de esta forma la tasa de evaporación, al respecto Bresheards *et al.* (1998) llevaron a cabo una prueba en el Norte de México sobre una comunidad arbórea para determinar las diferencias de temperatura y

evaporación entre los parches y los espacios existentes entre estos, y determinaron que existe una diferencia de 10°C y una diferencia de evaporación significativa entre ambos; el anterior estudio, refleja la importancia de los parches de vegetación leñosa en relación a la temperatura y evaporación del microclima lo cual favorece directamente a especies del estrato herbáceo afectando procesos tales como germinación debido a la mayor disponibilidad de humedad. En un estudio llevado a cabo por Urbanska (1997) en los Alpes Suizos, con relación al establecimiento de pináceas, los resultados demostraron claramente que el desarrollo de la colonización de las plantas estaba limitado principalmente por la presencia de sitios seguros disponibles y no así por la lluvia durante la siembra.

La cama de siembra ideal, es aquella donde la semilla se encuentra entre agregados de suelo relacionados entre sí con cierto grado de compactación, los cuales sean capaces de asegurar la conductividad de agua requerida del suelo a la semilla (Collis y Sands, 1959), mejorando la disponibilidad de recursos para la semilla (Whisenant, 1999), lo anterior aunado a características importantes tales como la textura y contenido de materia orgánica del lugar (Wezel y Boecker, 1998). Al respecto, Winkel y Roundi (1991) determinaron en una prueba de campo que el zacate Cochise (*Eragrostis curvula*) tuvo alto porcentaje de emergencia en un suelo que contenía grava a comparación con un tratamiento efectuado sobre suelo desnudo dada la formación de huecos en la cama de siembra.

Desafortunadamente en la práctica es difícil definir cuál es el sitio seguro para cada especie en particular ya que este es un concepto continuo en dinámica teniendo así que la colonización de las especies sobre un área dada, ocurre cuando la vegetación existente es removida, creándose a su vez el sitio seguro cuando se superan dos barreras básicas : 1) Barreras vegetales : en las cuales el establecimiento es limitado por presencia de plantas; 2) Barreras ambientales : Dada por la presencia tanto de plantas como de otros elementos presentes en el lugar. Se han reconocido cuatro ventanas de potencial de invasión en las especies u oportunidades para el establecimiento de éstas, las cuales pueden ser reconocidas básicamente como barreras selectivas : 1) Sin ventana (barrera ambiental ó universal) en la cual la probabilidad de establecimiento es de cero, tal es el caso de especies que no pueden llegar a colonizar dunas debido a la inestabilidad del suelo; 2) Ventana estable (barrera ambiental ó selectiva) cuando son removidos ciertos elementos que constituyen una barrera para una especie, tal es el caso del establecimiento de gramíneas posterior a una remoción de plantas leñosas; 3) Ventana temporal (barrera de vegetación universal) el establecimiento es posible después de un disturbio sobre una planta en un área libre, tal es el caso de un punto que fue removido por el viento en un bosque, rápidamente es colonizado por diversas especies secundarias; 4) Ventanas Futuras (barreras de vegetación) donde la dispersión de semillas en un sitio ocurre en ausencia de plantas, pero la germinación de esas semillas depende de un disturbio futuro. Este esquema provee de un marco teórico importante para la determinación de la probabilidad de invasiones

futuras y cambios sucesionales causados completamente ó en parte por colonización (Gleason - Lewin *et al.*, 1992).

Dentro de los sitios seguros, se encuentran los "sitios primarios" en los cuales las diferencias entre las distancias a las que las semillas se esparcen tiene un efecto significativo sobre efectos de colonización en sitios primarios (casos de sucesión primaria) y sobre la distribución de especies en una superficie nuevamente expuesta, tal es el caso de aquellas que se establecen a la orilla de caminos o carreteras. El siguiente grupo de plantas que llegan a establecerse, son aquellas en que la semilla que las originó fue esparcida por el viento y con la influencia humana o animal. Para el caso de los "sitios secundarios, éstos difieren de los primarios en que habían estado previamente vegetados, cuya vegetación pudo tener condiciones ambientales alteradas en el sitio, particularmente propiedades físicas y químicas del suelo en diferente forma, pero esto es el principal impacto en la vegetación futura a través del banco de semilla sin embargo, las plantas que llegan a revegetar lugares ya poblados tienen menor probabilidad de éxito debido a la presencia de otras plantas ya establecidas (Gleason - Lewin *et al.*, 1992).

Dentro de la dinámica vegetal, existen dos patrones fundamentales de regeneración de especies: 1) Se refiere al grado de germinación de las semillas durante un año determinado y la persistencia de cada banco de semilla en forma específica; y 2) Está relacionado a los efectos del ambiente físico y biótico externo sobre la germinación. Dentro del transcurso de un año, el tiempo

de germinación en una comunidad está influenciado por diversos factores (luz, temperatura y/o lluvia), lo cual restringe la germinación a uno ó dos periodos. Para las áreas dominadas por poblaciones perennes son pocas las semillas que germinan y se establecen y cuando se trata de poblaciones anuales dominando en proporción mayor como es el caso de los desiertos, los volúmenes de semilla germinada y establecida a lo largo del año son mayores (Allessio *et al.*, 1989).

### Manipulación de la cama de siembra a través de acolchados

En zonas áridas y semiáridas, la superficie del suelo desnudo es escasamente humedecida y la tasa de evaporación mostrada es alta (Herbel, 1971). Un método practicado para lograr mayor grado de germinación durante la resiembra de gramíneas es la aplicación de acolchados, los cuales permiten modificar el microambiente de la semilla utilizada, dichos materiales se clasifican como 1) Naturales, y 2) Sintéticos (Springfield, 1971). Los acolchados reducen la tasa de evaporación a causa del sombreado (Reynaga, 1995), disminuyen los escurrimientos, protegen contra las fuerzas erosivas del impacto de la lluvia y el desgaste de la superficie (Knight, 1999) incrementan la infiltración (Kramer, 1989), inhiben el crecimiento de malezas, mejoran la fertilidad del suelo, provocan variaciones en la temperatura de la cama de siembra favoreciendo de ésta manera la germinación (Herbel, 1972; McKell *et al.*, 1977) ya que el índice de germinación está directamente relacionado con la concentración de agua en el suelo y mientras ésta disminuye, se reduce

inmediatamente la tasa de germinación de las semillas presentes (Gulliver and Heydecker, 1973). Los acolchados vegetales se pueden obtener de dos maneras: 1) Agregando material vegetativo, y 2) Dejando los desechos de la preparación previa a la siembra (Garza *et al.*, 1977), como ramas de arbustivas esparcidas sobre la cama de siembra, las cuales mejorarán la presencia de humedad en el micrositio por tiempo más prolongado al disminuir la tasa de evaporación (Whisenant, 1999; Fowler, 1988) teniendo como consecuencia altas tasas de germinación (Hien *et al.*, 1997), bajo condiciones áridas, donde juegan un papel importante moderando los patrones de temperatura y velocidad del viento sobre el suelo a través del sombreado (Whisenant, 1999). Una vez cubierta la cama de siembra y en presencia de precipitación, el material colocado puede permitir la disponibilidad de humedad por períodos más prolongados, llegando de ésta forma a establecerse y a desarrollarse las raíces adventicias de la especie probada (Roundy *et al.*, 1997a) por otra parte, al llevar a cabo el establecimiento de gramíneas nativas, es de fundamental importancia tomar en cuenta el papel que juega el mantillo orgánico sobre las superficies a resembrar, ya que éste enriquece al suelo incrementando el contenido de materia orgánica, y a la vez inhibe el desarrollo de especies sucesivas (malezas), permitiendo de esta manera un mejor establecimiento de la especie en cuestión (Foster and Gross, 1998).

Se llevó a cabo un experimento donde se aplicó acolchado con 3 materiales diferentes (grava, cáscaras de tallos y mantillo vegetal) al finalizar la prueba, los tratamientos con mantillo y cáscaras mostraron mejor desarrollo de

las gramíneas probadas. En base a lo anterior, los resultados demuestran que existe una marcada diferencia en los tratamientos siendo menor la aparición de cobertura vegetal sobre las resiembras donde no se aplicó ningún tratamiento en comparación a las que se cubrieron con algún tipo de acolchado bajo condiciones áridas (Bristow *et al.*, 1989).

### Banco de semilla en el pastizal

Un “Banco de Semilla”, también conocido como “Reserva de Semilla” es una agregación de semillas no germinadas potencialmente capaces de reemplazar a plantas adultas ya sean anuales o perennes que mueren por enfermedades, disturbios o que son consumidas por los animales (Allessio *et al.*, 1989), las cuales se encuentran enterradas en el suelo (Begon *et al.*, 1990). El Banco de Semilla y sus alternativas funcionales son la llave de la regeneración de pastizales seguido de disturbio, lo cual es conocido también como “Regeneración de Nicho”.

Los patrones de distribución de los bancos de semilla a lo largo de los desiertos de Norteamérica se encuentran regidos por la presencia de vegetación a manera de parches, dentro de los cuales las semillas están normalmente enterradas a diferentes profundidades. Si las semillas se encuentran a profundidades marcadas, entonces fallarán para establecerse para tal caso, es requerido que exista un disturbio en dichos sitios con el fin de que se forme el sitio seguro para la germinación y establecimiento de las

especies. También cuando se encuentran en la parte aérea de las plantas se dificulta la germinación (Allessio *et al.*, 1989).

Cuadro 2.1 : Producción anual de semilla (semilla por metro cuadrado), semilla dispersada (semillas por metro cuadrado) semilla predada (%), semilla germinada (%) y semilla reclutada (semillas por metro cuadrado) de la especie *Fraxinus excelsior* en matorral en Inglaterra (tomado de Gleen - Lewin *et al.*, 1992).

	1966	1967	1968	1969
Semilla Producida	133	.33	26.9	1193
Semilla Dispersada	101	.08	16.2	998
Semilla Predada	70	25	49	75
Semilla Germinada	4.5	0	5.3	2.5
Resiembras	6.1	0	1.6	31.6

En especies anuales y perennes, normalmente se presenta heterogeneidad entre estas, dependiendo del número de especies presentes en el área (Gleen-Lewin *et al.*, 1992).

Las semillas, pueden persistir por mucho tiempo viables en el suelo, (Gleen-Lewin *et al.*, 1992), según estudios realizados en el Norte de Francia, sobre un campo abandonado, se encontraron semillas que permanecían viables hasta por 50 años (Priestley, 1986), representando un mecanismo esencial en la conservación de la diversidad genética y la preservación de las especies. En cuanto a la densidad de semillas por unidad de superficie a lo largo de los Desiertos de Norteamérica, existe una gran variabilidad en número de semillas en los bancos naturales, yendo desde 8,000 hasta 30,000 semillas por metro cuadrado (Gleen - Lewin *et al.*, 1992).

## Disturbio superficial del suelo

Los suelos de pastizales son esenciales en la producción de forraje para la ganadería, pero también producen alimento para una amplia gama de especies animales y sirve como un reservorio almacenando humedad y agua para evitar los efectos de la escasez durante la temporada en que ésta se presenta (Humphrey, 1962). Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el apisonamiento de un suelo poroso es deseable siempre y cuando no sea excesivo (Voisin, 1976). Por otra parte, los procesos hidrológicos modificados en los pastizales degradados evitan su recuperación porque limitan la penetración del agua al interior del suelo. La caída de gotas de lluvia en superficies de suelo expuestas y con baja estabilidad separan las partículas finas de suelo, estas a su vez llenan los poros del suelo, sellando al suelo formándose de esta manera costras sobre la superficie y reduciéndose la aireación e infiltración a través del suelo. Un método efectivo para lograr una mejor captación de agua *in situ*, es la generación de pequeñas depresiones sobre la superficie a manera de microrrelieve, sobre todo en áreas donde se presenta un alto índice de escurrimiento, con lo cual se mejorará la cosecha de agua y el establecimiento de nuevos individuos (Herbel, 1971; Whinsenant, 1999). Tadmor *et al.*, (1980) llevaron a cabo un experimento con resiembra de gramíneas anuales y perennes en el desierto de Neveg (Israel) bajo condiciones de temporal precipitando 78 mm en un lapso aproximado de 6 semanas aplicándose disturbio superficial con maquinaria a una profundidad de 25 cm en un suelo desértico, en el cual encontraron respuesta de

establecimiento sólo en las gramíneas anuales, ya que la perennes sólo llegaron al estadio de plántula y posteriormente murieron.

El pisoteo con ganado es una alternativa sugerida en las siembras de semillas de gramíneas de tamaño mayor como en el caso del zacate Navajita (*Bouteloua gracilis*) y Banderita (*B. curtipendula*), sobretodo si éste fenómeno se lleva a cabo en forma intensa por parte de los animales en los sitios de aplicación (Plumer, 1955; Vallentine, 1989; Pearson e Ison, 1987). En relación a esto, se llevó a cabo una prueba para determinar el efecto causado por el pisoteo de ganado como auxiliar en la siembra de cuatro gramíneas aplicando cuatro tratamientos que incluían: 1) Pisoteo pesado; 2) Pisoteo ligero; 3) Impresión mecánica; y 4) Sin disturbio, dentro de los zacates aplicados se utilizó al zacate Banderita (*B. curtipendula*), el cual mostró los mejores resultados quedando a una profundidad de 27 mm comparado con la impresión mecánica, la cual llevó a las semillas a una profundidad de 17 mm, el pisoteo ligero colocó la semilla a 16 mm y finalmente en el tratamiento sin disturbio se encontró a una profundidad sólo de 6 mm. Finalmente se observó una distribución regular para todas las especies. Tomando en cuenta los resultados obtenidos se determina que si se siembra zacate Banderita (*B. curtipendula*) a profundidades mayores, su proliferación puede decrecer al disminuir gradualmente la emergencia conforme va aumentando la profundidad (Winkel, 1990). Malecheck y Dwyer (1983) sustentaron la validez de tres hipótesis básicas en relación a la distribución del pisoteo en un experimento realizado con novillas Angus manejadas bajo pastoreo de corta duración: 1) El

mayor grado de pisoteo se presenta principalmente en los sitios abiertos (pasillos) más que sobre las plantas de porte bajo; 2) Esta desproporcionalidad persiste independientemente de la frecuencia de impresiones por unidad de área, y 3) La frecuencia más notable de impresiones se encuentra alrededor del sustrato (alimento) (Winkel, 1990). En base a lo anterior, concluyeron que con la aplicación de pastoreo de corta duración y pisoteo moderado no se presentan alteraciones marcadas en las especies vegetales ni disturbios a través de la remoción del suelo. Por lo cual, es necesario considerar que para que se tenga penetración de semillas en el suelo a través de pisoteo con ganado, se requiere de un pisoteo más intenso pudiendo incrementar así la tasa de infiltración (Walter, 1984). A su vez, Bryant (1989) llevó a cabo una resiembra con una mezcla de 8 especies bajo la aplicación de diferente carga animal determinando así que *Dicanthium aristatum* fue la especie que demostró mayor establecimiento en respuesta al pisoteo con 1.3 plantas por pie cuadrado, resultado que se contrapone al reportado por Weigel durante el mismo estudio, al encontrar que dos especies anuales no se vieron afectadas por el pisoteo animal.

### Zacates nativos de porte bajo

En relación a los zacates nativos, se tiene que los zacates cortos del desierto y semidesierto difieren de otros tipos de zacates en que son más resistentes a la sequía y a una mayor abundancia de arbustos y hierbas, de los cuales se encuentran ejemplos en el Noreste de México (Williams *et al.*, 1978

citado por Huss y Aguirre, 1976) a su vez, Tadmor *et al.*, (1980) afirman que en terrenos desérticos con escasas precipitaciones a lo largo del año da como resultado un bajo establecimiento para las especies perennes sin embargo, los zacates anuales a pesar de un crecimiento corto pueden completar mejor su ciclo de vida y producir semilla con la ventaja de que en su mayoría son especies que presentan su punto de crecimiento al ras del suelo (hemicriptófitas) (Moreno, 1984), constituyendo así un componente capital de la vegetación nativa de muchos desiertos y, al respecto Almeida (1991), menciona el escaso éxito obtenido en el establecimiento de Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) sembrado bajo curvas de nivel y 200 mm de precipitación en Baja California Sur.

## MATERIALES Y METODOS.

### Características generales del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte Norte del Estado de Zacatecas en el Municipio de Villa de Coss, a la altura del kilómetro 81.5 sobre la carretera Zacatecas - Saltillo (102° 23' 2"). A una altitud de 2050 msnm (CNA, 2000) sitio perteneciente a la provincia biótica del Desierto Chihuahuense según la clasificación de Dice (1945).

El predio se caracteriza por ser un área sobrepastoreada debido al manejo a que ha sido sometido a lo largo de las últimas décadas, mostrando de ésta forma una baja presencia de especies deseables y un desarrollo marcado de vegetales menos deseables. La vegetación que se encuentra presente es del tipo "Matorral Xerófito Desértico" (COTECOCA, 1982), presentando las siguientes especies: Chatilla (*Tymophylla acerosa*), Mariola (*Parthenium incanum*), Chaparro (*Acacia sp.*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Nopal Duraznillo (*Opuntia leucotricha*), Hojasén (*Flourensia cernua*), entre otras menos importantes en densidad, de los cuales coexisten géneros de gramíneas nativas como Zacate Pajita (*Setaria geniculata*) y

Zacate Tres Barbas Anual (*Aristida adsenscionis*), Zacate Casamiento (*Eragrostis mexicana*), entre otras.

El suelo se clasifica como "arenoso" ó "francoarenoso". Este muestra una capa arable poco profunda una vez que se sobrepasa dicho nivel se encuentra la roca madre. La tonalidad del mismo varía de café a rojizo, el cual no presenta problemas de drenaje. La pendiente es muy ligera, fluctuando alrededor de .5 por ciento.

De acuerdo a la clasificación de Koeppen (1962), el clima de la región se define como tipo BW con una temperatura media anual de 17.5°C siendo el mes más frío Enero con una temperatura promedio de 12.2°C y 22.4°C para Junio que se caracteriza como el mes más cálido del año. La precipitación anual asciende en base a la lectura de la última década (1990 – 2000) a 357.8 mm en promedio teniendo a Febrero como el mes con los valores más bajos en promedio (1.9 mm) y el más lluvioso Junio con promedio de 80.9 mm. La evaporación para el mes más bajo es de 119.5 mm la cual se presenta en Diciembre y a partir de éste mes comienza a ascender paulatinamente teniendo su pico en el mes de Mayo con 220.5 mm, para después ir descendiendo gradualmente y el valor acumulado a lo largo del año es de 1940.4 mm (CNA, 2000).

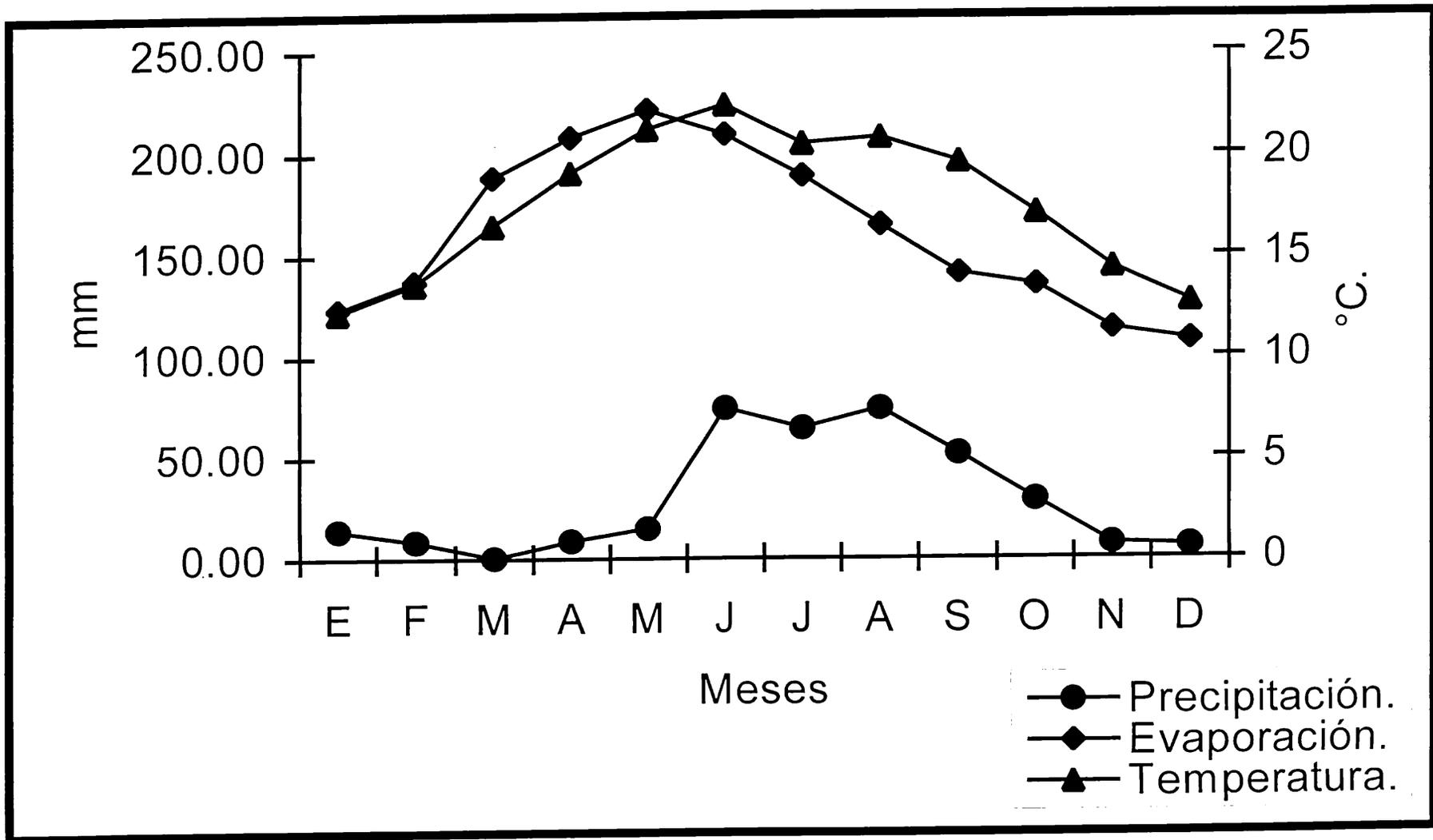


Figura 3.1 : Diagrama ombrotérmico que muestra la precipitación, evaporación y temperatura promedio recibidas para el área de estudio a lo largo del año tomando en cuenta el registro de los últimos 11 años (CNA, 2000).

## Parcela de Estudio

Las unidades experimentales fueron seleccionadas en base a características representativas de la situación actual en que se encuentran los pastizales áridos del Centro – Norte de México. Los sitios se caracterizan por la carencia de vegetación entre los arbustos presentes. Ubicándose las repeticiones sobre 4 bloques a lo largo de un gradiente ambiental (suelo) teniendo cada uno características homogéneas y siendo diferentes entre sí en cuanto a la profundidad de suelo y a una distancia aproximada de 100 m entre sí.

## Aplicación de tratamientos

La aplicación de tratamientos se realizó a principios del verano para los dos períodos de estudio (1999 y 2000) época en que ocurre mayor probabilidad de eventos pluviales para ésta región. Y, para evaluar el efecto del tipo de cama de siembra y disturbio se ejecutaron los siguientes tratamientos :

1) Tratamiento de exclusión de parches de degradación (E) : Para dicho tratamiento, sólo se realizó la exclusión auxiliándose de un cerco de alambre de púas.

2) Resiembra tradicional o método convencional (RT) : Una vez excluidas las unidades experimentales, se aplicó desmonte y el paso de una rastra de discos,

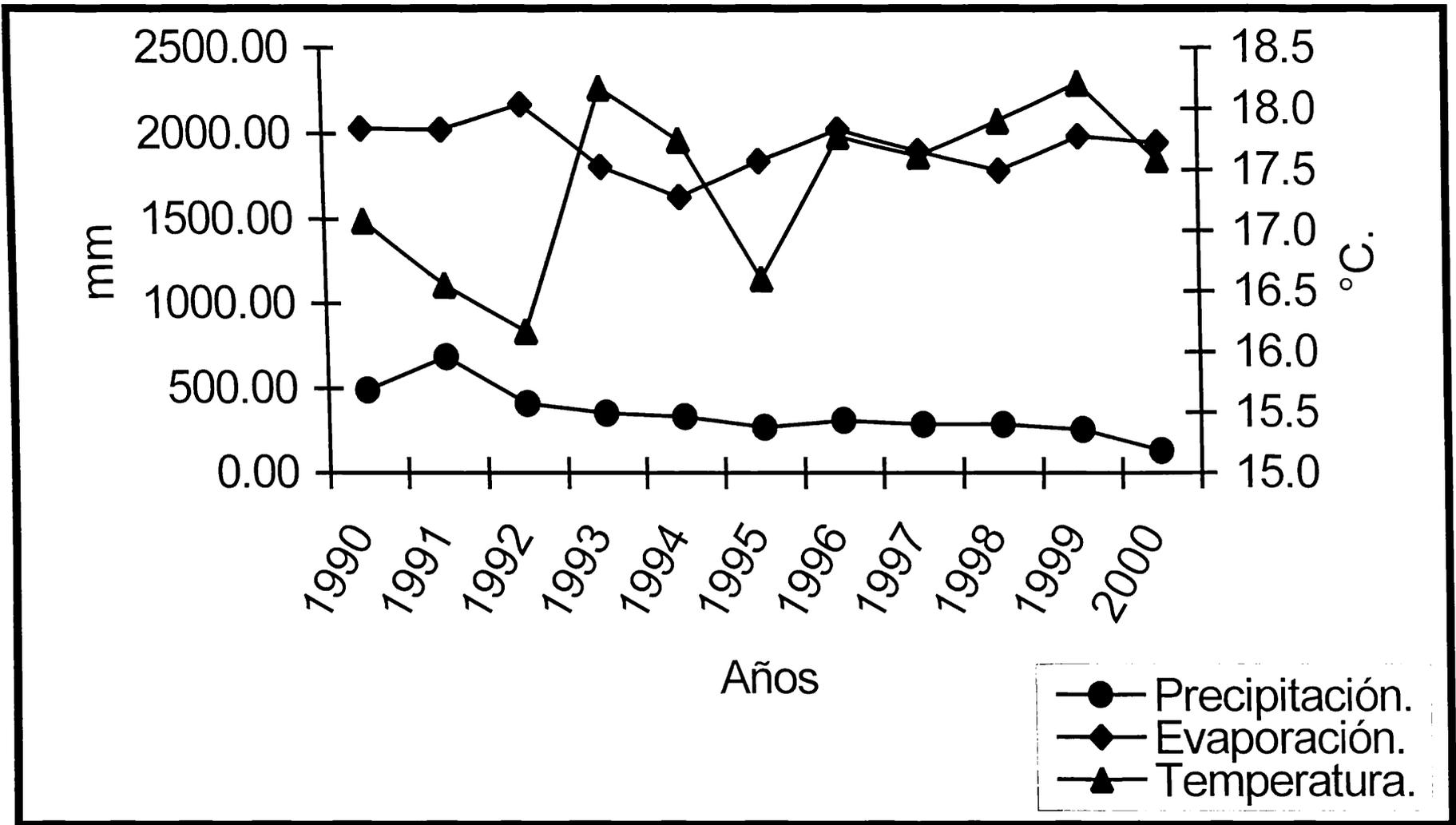


Figura 3.2 : Diagrama ombrotérmico que muestra la precipitación, evaporación y temperatura anuales promedio para el área de estudio tomando en cuenta el registro de los últimos 11 años (CNA, 2000).

dispersando enseguida la semilla en forma manual para finalizar con un rastreo ligero utilizando ramas de arbustivas.

3) Colocación de acolchados utilizando ramas extraídas de arbustos nativos sobre las unidades asignadas (A) : Se colocaron ramas de arbustos presentes en las zonas aledañas a las unidades siendo cubiertas estas aproximadamente en un 30 por ciento del total por unidad de superficie de suelo desnudo.

4) Disturbio generado manualmente con talache (DM) : Este se llevó a cabo a 7 cm de profundidad sobre los pasillos desnudos y en las unidades asignadas después de haberse excluido las parcelas experimentales.

5) Resiembra auxiliada de pisoteo animal (P) : Una vez excluidas las parcelas, se aplicó el pisoteo bovino.

6) Resiembra de zacates auxiliada de pisoteo animal y acolchados vegetales (P + A) : Se realizó el pisoteo con un bovino y posteriormente se colocaron los acolchados sobre las unidades asignadas.

### Variables respuesta

Para evaluar la respuesta de los tratamientos sobre la revegetación se consideraron las siguientes variables :

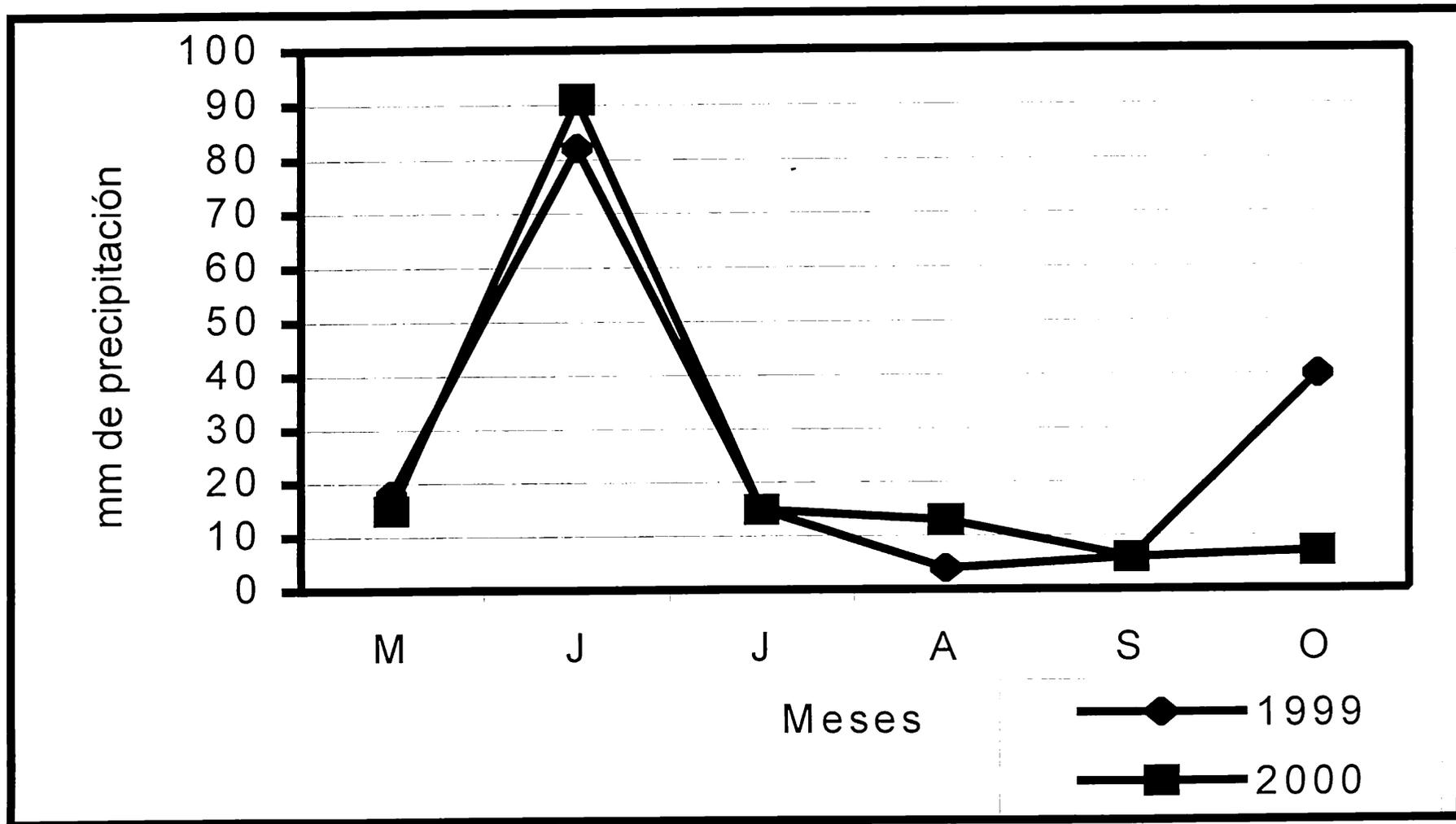


Figura 3.3 : Diagrama que muestra la precipitación recibida durante los meses de crecimiento (Mayo – Octubre) en el área durante los períodos de estudio (1999 y 2000).

- Cobertura vegetal (por ciento).
- Densidad total de plantas por metro cuadrado.
- Densidad de gramíneas por grupos de especies (perennes y anuales).
- Composición de especies del estrato herbáceo (gramíneas).
- Producción total de fitomasa (kg de Materia Seca / m<sup>2</sup>).
- Tasa relativa de revegetación (por ciento mensual).

#### Métodos utilizados para evaluar cada variable.

##### Cobertura vegetal

Dicho parámetro puede ser expresado también según Huss y Aguirre (1976) como por ciento de la cobertura total y, para esta variable se utilizó el método desarrollado por Canfield (1941) utilizando una línea para transecto siendo dividida a través de dos líneas fijas establecidas de manera sistemática y en sentido paralelo, dentro de las cuales se determinaron 4 submuestras para cada unidad experimental utilizando la siguiente fórmula (Huss y Aguirre, 1976)

:

$$\% \text{Cobertura Total} = \frac{\text{Suma de la cobertura basal interceptada}}{\text{Longitud total de la línea}} \times 100.$$

Densidad total de plantas

Para ésta variable, se llevó a cabo un muestreo aleatorio a partir de 3 muestras utilizando el cuadrante de metro cuadrado (Bernardon *et al.*, Citado por Cantú, 1985) dentro de las cuales se llevó a cabo el conteo total de plantas a través de la siguiente fórmula :

$$\text{Densidad total} = \frac{\text{Suma total de plantas en todas las parcelas muestreadas}}{\text{Número de submuestras por unidad experimental}}$$

Densidad por especie

Esta variable, fue determinada a partir de los valores observados para la determinación de la densidad total de plantas bajo el siguiente procedimiento :

$$\text{Densidad total} = \frac{\text{Suma de plantas de una especie en el total de transectos}}{\text{Número total de transectos observados}}$$

## Composición de especies

Para el caso de ésta variable, se utilizaron los 3 transectos usados para cuantificar las variables anteriores, discriminando de ésta manera las especies encontradas en los mismos. La fórmula utilizada para ésta, se describe a continuación :

$$\text{Índice de cada especie} = \frac{\text{Número de plantas de una especie presente}}{\text{Número total de plantas por cada parcela}} (100)$$

## Producción total fitomasa aérea en pie

Esta variable fue cuantificada llevando a cabo un submuestreo con tres repeticiones por unidad experimental, cosechando así los zacates presentes cortados al ras del suelo para posteriormente colocarlos en bolsas de cartón y someterlos a la estufa secadora a una temperatura de 70°C por un período de 24 horas, para posteriormente llevar a cabo el pesaje de la masa obtenida. La cuantificación de la producción de forraje en Materia Seca se llevó a cabo a través de la siguiente fórmula (tomada de Huss y Aguirre, 1976) :

$$\text{Producción de forraje} = \frac{\text{Total de gramos obtenidos/unidad experimental}}{\text{No. Total de cuadrantes por unidad experimental}}$$

## Tasa relativa de revegetación

Para esta variable, se tomaron los valores obtenidos a partir de la observación de la cobertura vegetal a lo largo de los dos períodos de estudio y, para nuestro caso se ha ponderado en sentido mensual con base a los 5 meses del período de crecimiento para el área (Junio – Octubre). La fórmula utilizada para la cuantificación de dicha variable se describe a continuación :

$$\text{Tasa Relativa de Revegetación} = \frac{\% \text{ de cobertura final} - \% \text{ de cobertura inicial}}{5 \text{ meses}}$$

### Diseño experimental.

El diseño experimental aplicado fue el de Bloques Completos al Azar (Rodríguez, 1991) con 6 tratamientos y 4 repeticiones a lo largo de un gradiente ambiental (profundidad de suelo). Los tratamientos fueron asignados de manera aleatoria para cada bloque de prueba. Cuando el ANVA resultó significativo, la comparación entre medias se realizó bajo la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) a una probabilidad de  $P \leq .05$ .

Modelo estadístico :

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

## RESULTADOS

### Cobertura Vegetal

El ANVA para la cobertura vegetal en relación al tipo de cama de siembra y disturbio del primer período (1999) determina que no existe diferencia estadística ( $P \geq .05$ ) entre los tratamientos aplicados (Cuadro A.4). Sin embargo, biológicamente P + A y A incrementan la cobertura vegetal con 13.63 y 8.51 por ciento respectivamente (Cuadro A.3, Figura 4.1) siendo P + A 2.29 veces superior a E, seguidos por DM y RT con medias de 7.98 y 6.24 por ciento, el resto de los tratamientos (E y P) presentaron medias de 5.91 y 3.71 por ciento respectivamente.

Para el período 2000, el ANVA refleja diferencia significativa entre tratamientos ( $P \leq .05$ ) (Cuadro A.5). Y, a través de la comparación de medias (DMS = 1.584) P + A fue diferente al resto con 32.81 por ciento de cobertura, mostrando una superioridad de 3.26 en veces en relación a E, seguido por RT con una media de 20.33 por ciento, el resto presentó valores menores a 15.29 por ciento. En relación a la comparación de tratamientos los dos períodos, se encontró diferencia estadística entre éstos excepto para A (Cuadro A.3).

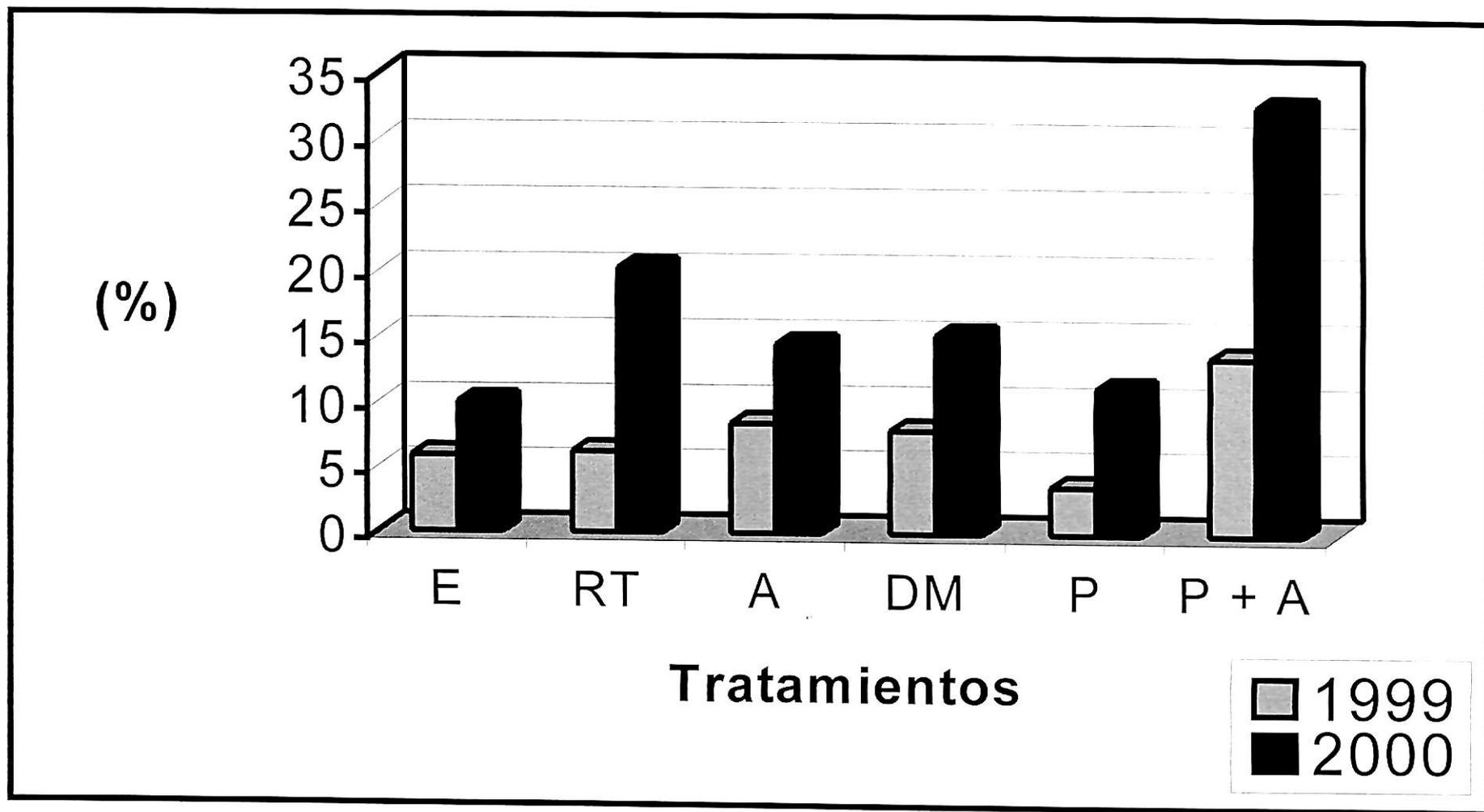


Figura 4.1 : Cobertura vegetal expresada en porcentaje y obtenida a partir del tipo de cama de siembra y disturbio sobre un suelo sobrepastoreado en el Rancho "El Halcón", Zacatecas con una precipitación de 76 y 134 mm durante los periodos de estudio (1999 y 2000) respectivamente.

### Densidad total de plantas por metro cuadrado

El ANVA (Cuadro A.7) para la densidad total de plantas (gramíneas perennes y anuales) en respuesta al tipo de cama de siembra y disturbio durante 1999, determina que existió diferencia significativa entre tratamientos ( $P \leq .05$ ) y a través de la comparación de medias (DMS = 1.5714) se determinó que P + A fue diferente al resto con 78.21 plantas por metro cuadrado, reflejando a su vez una eficiencia de 3.13 veces mayor que E, seguido por A con 52.66 plantas y DM con 46.09 plantas por metro cuadrado y el resto de los tratamientos mostraron medias menores a 28.26 plantas por metro cuadrado.

Para el período 2000 el ANVA demostró diferencia significativa en relación a la densidad total de plantas ( $P \leq .05$ ) (Cuadro A.6, Figura 4.2), y, al correr la comparación de medias (DMS = 1.6351) se determinó que P + A es diferente al resto con 130.43 individuos por metro cuadrado y 2.15 veces mayor en relación a E, seguido por DM con 96.65 plantas y RT con 89.39 plantas por metro cuadrado. El resto de los tratamientos presentaron valores menores a 73.35 plantas por metro cuadrado. En relación a la comparación de tratamientos entre los dos periodos de estudio, se determinó que existe diferencia significativa para RT y DM, mientras que para P + A la diferencia fue altamente significativa, el resto de los tratamientos no presentaron diferencia estadística entre periodos.

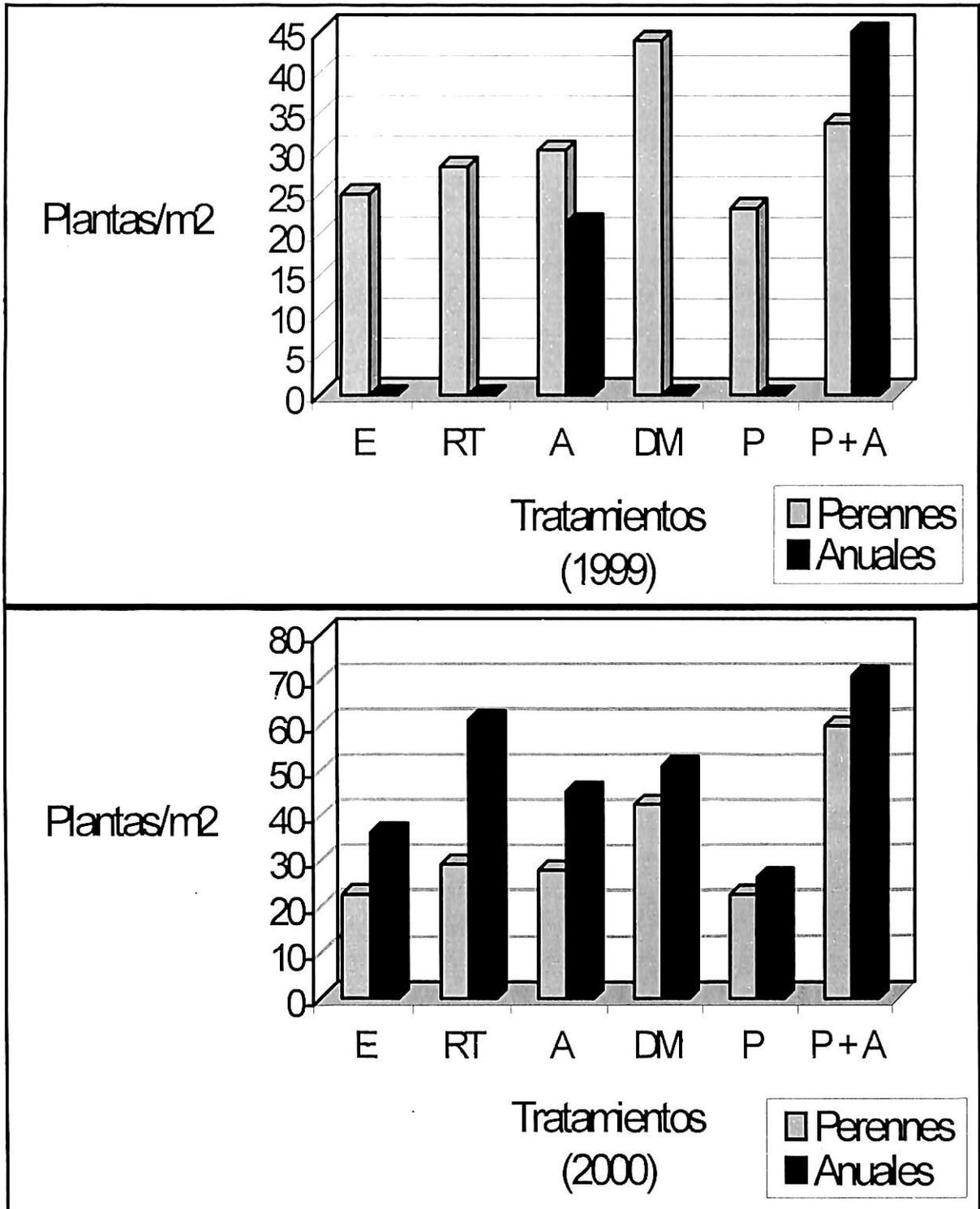


Figura 4.2 : Densidad total de plantas (perennes y anuales) obtenida en respuesta al efecto del tipo de cama de siembra y disturbio sobre un suelo degradado en el Rancho "El Halcón", Zacatecas bajo un régimen de precipitación de 76 y 134 mm durante los dos períodos de estudio (1999 y 2000) respectivamente.

### Densidad de plantas por grupo de especies

El ANVA realizado para el grupo de especies perennes refleja que no existió diferencia estadística ( $P \geq .05$ ) para el período de 1999 entre tratamientos (Cuadro A.10), sin embargo biológicamente, DM reflejó superioridad con 43.09 plantas perennes por metro cuadrado (Cuadro 4.1) y fue 1.72 veces superior a E, seguido por P + A y A con 33.60 y 31.28 plantas perennes por metro cuadrado. El resto de los tratamientos presentaron valores menores a 28.28 plantas perennes por metro cuadrado. El ANVA aplicado para las especies anuales, determinó que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos ( $P \leq .01$ ), de ésta forma se aplicó la prueba de medias (DMS = .9882) la cual demostró que P + A fue diferente al resto con una media de 44.49 plantas anuales por metro cuadrado (Cuadro 4.1) resultando así 44.49 veces superior al valor obtenido con E, a su vez, A presentó 21.34 plantas anuales por metro cuadrado, los demás tratamientos mostraron valores de 0 plantas anuales por metro cuadrado para dicho período.

El ANVA aplicado para el grupo de plantas perennes durante el período 2000 (Cuadro A.12) determinó que no hubo significancia entre tratamientos, sin embargo en forma biológica P + A fue superior al resto con 39.9 plantas por metro cuadrado (Cuadro 4.1) siendo así 1.76 veces superior a E, seguido por DM con 36.35 plantas perennes por metro cuadrado, el resto de tratamientos mostraron valores inferiores a 28.01 plantas perennes por metro cuadrado. El

ANVA para las especies anuales mostró que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos ( $P \leq .01$ ) así como la comparación de medias

Cuadro 4.1 : Medias correspondientes a la densidad de plantas perennes y anuales establecidas por unidad de superficie a las cuales se les ha aplicado la prueba DMS para los dos períodos de estudio en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas (Las letras indican las diferencias estadísticas para los diferentes tratamientos).

Tratamiento	Perennes 1999	Perennes 2000	Anuales 1999	Anuales 2000
E	24.97 NS	22.59 NS	0 C	36.60 BC
RT	28.28 NS	21.1 NS	0 C	68.89 AB
A	31.28 NS	28.01 NS	21.34 B	45.34 ABC
DM	43.09 NS	36.35 NS	0 C	60.3 ABC
P	23.18 NS	22.75 NS	0 C	26.27 C
PA	33.60 NS	39.9 NS	44.49 A	90.92 A

(DMS .01 = 1.6185), siendo el más relevante P + A con un total de 90.92 plantas anuales por metro cuadrado (Cuadro 4.1), 2.48 veces mayor que E, seguido por RT y DM con 68.89 y 60.3 plantas anuales por metro cuadrado respectivamente, el resto de los tratamientos mostraron valores menores a 45.34 plantas anuales por metro cuadrado.

### Composición de especies

El ANVA para la composición de especies no reflejó significancia para ésta variable para el período de 1999 ( $P \geq .05$ ) (Cuadro A.15) sin embargo, se observan diferencias biológicas dentro de las cuales E, RT, DM y P presentaron

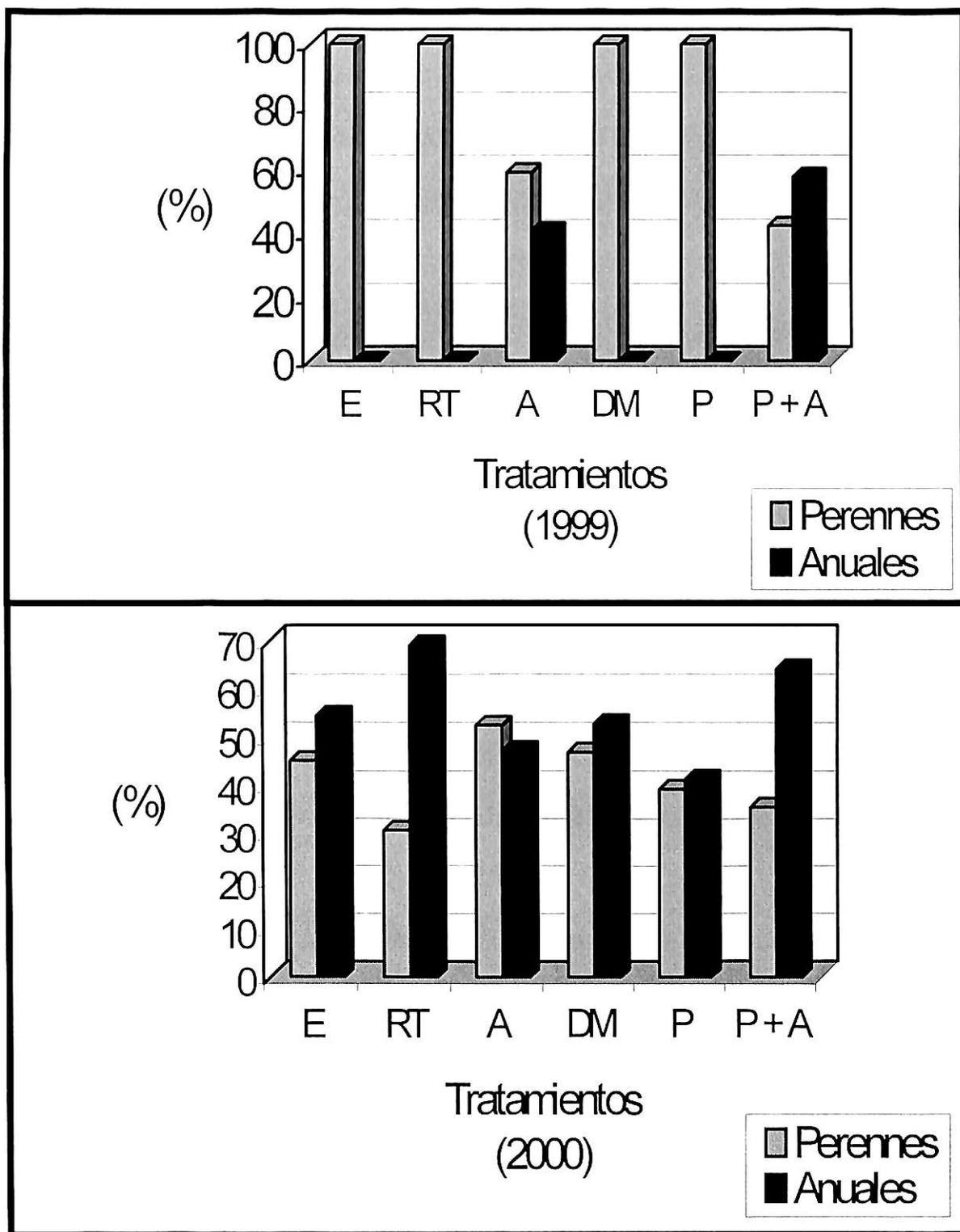


Figura 4.3 : Composición de especies obtenida en respuesta al tipo de cama de siembra y disturbio sobre un suelo degradado en el Rancho "El Halcón, Zacatecas" bajo un régimen de 76 y 134 mm de precipitación para 1999 y 2000 respectivamente.

un valor de 100 por ciento para el grupo de gramíneas perennes (Figura 4.3), los tratamientos restantes presentaron valores menores a 59.12 por ciento. Para el caso de las anuales, el tratamiento más sobresaliente fue P + A con un índice de 57.53 por ciento (Figura 4.3), seguido por A con 40.87 por ciento, los restantes presentaron un índice del 0 por ciento para dicho grupo.

Los zacates presentes en la comunidad bajo los tratamientos aplicados en el período de 1999 se identificaron y clasificaron en dos grupos principales (Cuadro A 13) : Las gramíneas perennes : *Bouteloua curtipendula*, *Buchloe dactyloides*, *Enneapogon desvauxxii*, *Leptochloa dubia*, *Panicum obtusum* y *Setaria geniculata*. Las especies anuales : *Eragrostis barrelieri* y *Eragrostis mexicana*.

El ANVA para la composición de grupos de especies para el período 2000 reflejó que no existe diferencia significativa ( $P \geq .05$ ) (Cuadro A.16), para los tratamientos, sin embargo cabe resaltar que biológicamente el más sobresaliente fue RT con 69.23 por ciento (Figura 4.3), seguido por P + A con 64.28 por ciento para el grupo de las anuales y los restantes mostraron valores menores al 55 por ciento. Para el caso de las perennes, A presentó el mayor índice con 52.63 por ciento del total de las gramíneas, mientras que DM mostró un 47.05 por ciento. En otro sentido, es importante el destacar que para éste período los resultados indican un equilibrio entre los dos grupos de especies en la mayoría de los tratamientos, sin embargo en RT y P + A se encontró una

superioridad marcada de las anuales respecto a las perennes con 69.23 y 64.28 por ciento respectivamente para las primeras.

Las gramíneas presentes para el período 2000, se identificaron y clasificaron en dos grupos principales (Cuadro A.14) : Las gramíneas perennes con presencia de : *Buchloe dactyloides*, *Enneapogon desvauxxii* y *Panicum obtusum*. Las especies anuales fueron : *Chloris virgata*, *Eragrostis mexicana*, *Eragrostis barrelieri* y *Setaria grisebachii*.

#### Producción de fitomasa aérea en pie

El ANVA para la producción total de fitomasa aérea durante 1999 (Figura 4.4) determina que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $P \geq .05$ ) (Cuadro A.18) sin embargo, se presentaron diferencias en sentido biológico, siendo P + A el más relevante con una producción promedio de 35.58 g/m<sup>2</sup> (Cuadro A.17), siendo 4.74 veces superior con relación al E, seguido por A con 22.01 g/m<sup>2</sup>, posteriormente DM mostró una media de 18.82 g/m<sup>2</sup> y, finalmente RT, P y E mostraron los valores más bajos con producciones menores a 12.34.

El ANVA realizado para la producción de fitomasa aérea (Cuadro A.19, Figura 4.4), para el período 2000 reflejó diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq .05$ ), y al llevarse a cabo la comparación de medias (DMS = 2.512) se determinó que P + A fue diferente al resto con una media de 49.38

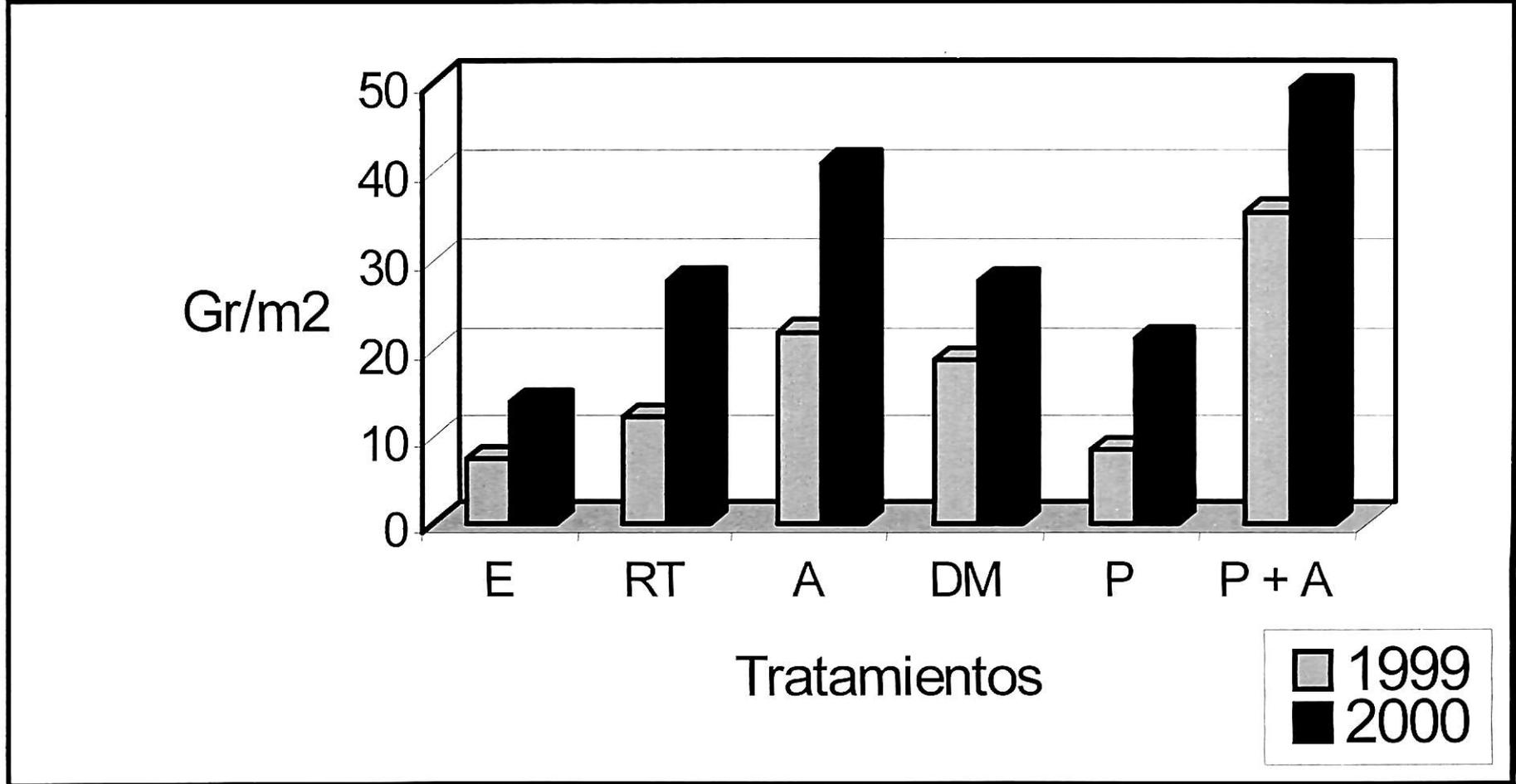


Figura 4.4 : Producción de materia seca obtenida como respuesta al tipo de cama de siembra y disturbio sobre un suelo sobrepastoreado en el Rancho "El Halcón", Zacatecas bajo un régimen de 76 y 134 mm de precipitación durante los períodos de 1999 y 2000 respectivamente.

g/m<sup>2</sup>, siendo 3.51 veces mayor que E, seguido por A con una media de 41.06 g/m<sup>2</sup>, posteriormente se encontró que RT favoreció una media de 27.82 g/m<sup>2</sup> y similar a DM el cual presentó una media de 27.76 g/m<sup>2</sup>, posteriormente se ubicaron P y E con producciones promedio menores a 21.26 g/m<sup>2</sup>. La comparación de medias entre los dos períodos de estudio no mostraron diferencias estadísticas. Finalmente, los resultados indican que los valores obtenidos son superiores en el segundo período de estudio respecto al primero, dentro de lo cual los tratamientos más sobresalientes son A y P + A, siendo el primero 1.86 veces superior para el 2000 en relación al primer período y, en el caso de P + A, éste fue 1.38 veces superior durante el segundo período sobre el primero.

### Tasa relativa de revegetación

El ANVA aplicado a la tasa relativa mensual de revegetación para 1999 (Figura A 5) determinó que existe diferencia altamente significativa ( $P \geq .01$ ) entre tratamientos (Cuadro A.25), y al realizarse la prueba de medias (DMS = 1.349), se determinó que P + A fue diferente al resto con una tasa mensual de 2.02 por ciento (Cuadro A.20) y 6.31 veces superior a E, seguido por DM con 1.04 por ciento, posteriormente se ubicó P con una tasa de .81 por ciento y los tratamientos restantes presentaron tasas menores al .73 por ciento.

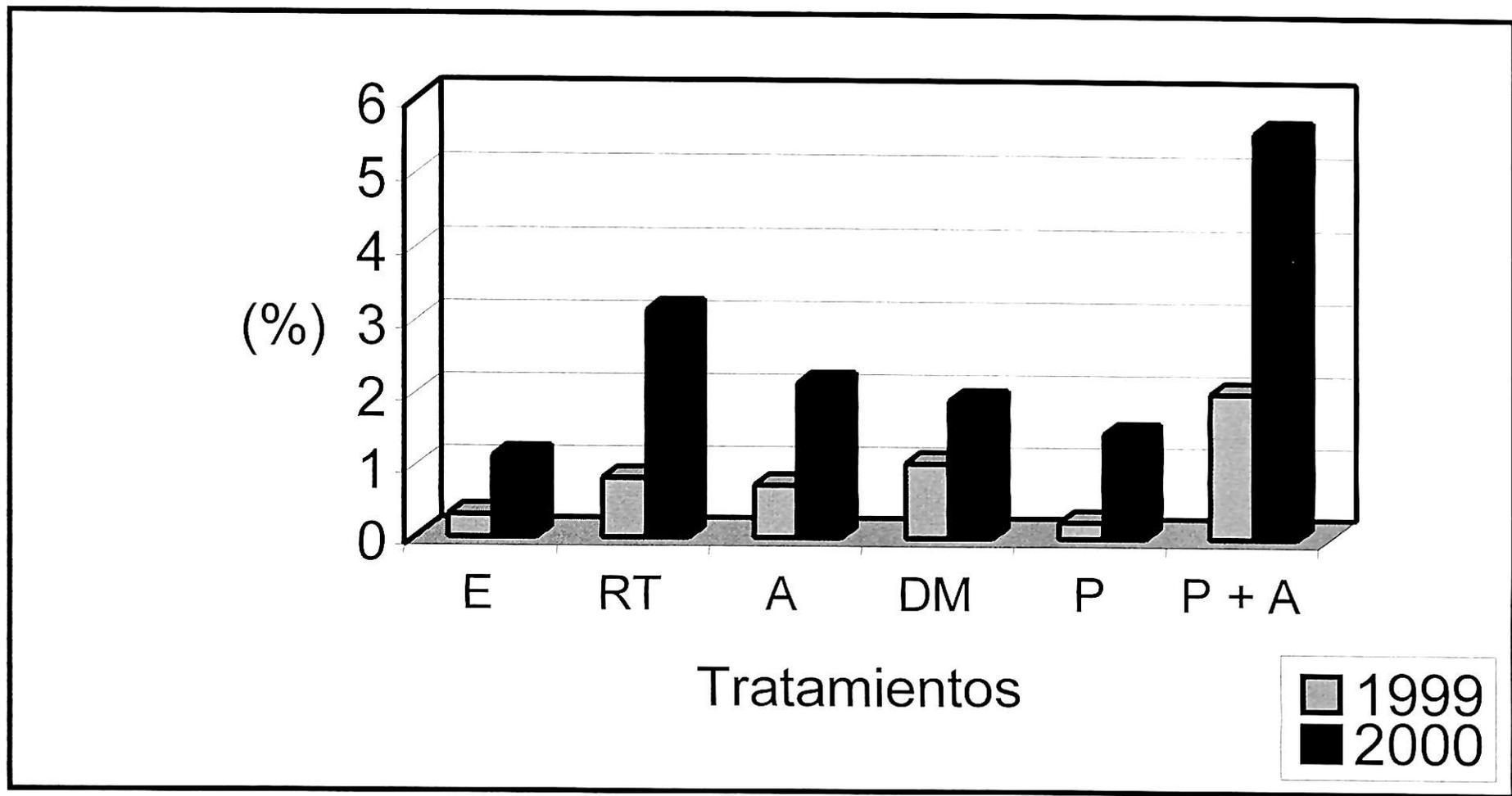


Figura 4.5 : Tasa relativa de revegetación ponderada en sentido mensual y obtenida a partir del tipo de cama de siembra y disturbio sobre un suelo degradado en el Rancho "El Halcón", Zacatecas bajo 76 y 134 mm de precipitación para los períodos de estudio (1999 y 2000) respectivamente.

El ANVA para el período 2000 determinó que para la tasa relativa de revegetación determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A.26), realizándose a su vez la prueba de medias (DMS = 1.843) la cual deperminó que P + A fue diferente al resto con una media mensual de 5.60 por ciento (Figura 4.5) siendo 4.95 veces superior a E, seguido por RT con 3.15 por ciento, posteriormente se ubicó A con 2.15 por ciento y los restantes presentaron valores menores a 1.91 por ciento. En relación a la comparación de medias entre los dos años (Cuadro A.20), se determinó que hubo diferencia altamente significativa ( $P \geq .01$ ) para E, y en forma significativa ( $P \geq .05$ ) para RT y P + A, más no así para el resto de tratamientos.

## DISCUSION

El incremento de la cobertura vegetal sobre los sitios degradados ha sido estimulado en mayor grado por el efecto aditivo del pisoteo animal y aplicación de acolchados (P + A) trayendo como consecuencia una mejoría sobre el microambiente de la cama de siembra bajo las condiciones presentes en el área durante los dos períodos de estudio caracterizados por eventos de precipitación escasa y de frecuencia errática (Figura 3.1). A su vez, las gramíneas del sitio se clasifican como hemicriptófitas al poseer su punto de crecimiento al ras del suelo lo cual les confiere la capacidad de aprovechar eficientemente el agua aún los eventos de poca magnitud (< 10 mm.), permitiendo así una rápida respuesta. Lo anterior demuestra la marcada resiliencia del sistema a pesar de haber experimentado sobrepastoreo durante las últimas décadas, resultados que no son reflejados por la exclusión (E) ni el pisoteo animal (P) bajo las condiciones presentes en el área de estudio. Lo anterior coincide con lo expuesto por Foster y Gross (1998) quienes determinaron que la cobertura vegetal se incrementa con la aplicación de acolchados al lograrse un mejor establecimiento de la especie gramínea en cuestión.

En relación a la densidad de plantas, esta se ve favorecida por el sombreado del suelo y pisoteo (P + A) en respuesta a una

mayor precipitación efectiva y la permanencia de ésta en el suelo por períodos más prolongados debido al decremento de la temperatura superficial inducido por los acolchados, estimulando así la germinación y establecimiento de nuevos individuos a partir la presencia de un banco de semilla abundante.

La densidad de especies perennes y anuales, fue sobresaliente durante el primer período de estudio (1999) bajo la modificación de la cama de siembra (disturbio animal y el acolchado), lo cual obedece al efecto de una mejor cosecha de lluvia y al sombreado, favoreciendo el establecimiento de individuos tanto anuales como perennes en los sitios degradados, en concordancia con lo expuesto por Winkel y Roundi (1991) quienes obtuvieron altas tasas de germinación y establecimiento de gramíneas al aplicar acolchados sobre un suelo desnudo. Dado lo anterior, tenemos que bajo condiciones marginales de precipitación (76 y 134 mm para 1999 y 2000 respectivamente) la disminución de la irradiación sobre el suelo es un factor preponderante en la rehabilitación de pastizales áridos.

La composición de especies para los 2 períodos de estudio, demuestra que el efecto generado por tipo de cama de siembra y disturbio (pisoteo + acolchados y acolchados) incrementa la diversidad de especies gramíneas tanto de crecimiento anual como perenne sobre los suelos degradados como una respuesta al estímulo de los bancos naturales de semilla existentes en el área de estudio sin embargo, cuando se presentaron las mejores condiciones de precipitación, la comunidad de anuales mostró mayor índice bajo la

influencia a la modificación de la cama de siembra. Lo anterior permite asumir que las especies de crecimiento anual colonizan con mayor vigor los sitios desnudos a consecuencia del disturbio superficial del suelo tal como lo afirmado por Alessio *et al.* (1989) quienes sostienen que cuando un área se encuentra dominada por poblaciones de gramíneas anuales como es el caso de los desiertos, los volúmenes de semilla germinada y establecida a lo largo del año son mayores para éste grupo de especies a comparación de las perennes.

A su vez, el incremento en la producción de materia seca de forraje es promovido por la mejora en la precipitación efectiva inducida por el disturbio de la cama de siembra permitiendo la acumulación de fitomasa por parte de las plantas establecidas como respuesta a una mayor concentración de agua en los primeros centímetros del suelo a lo largo de los dos períodos de estudio, produciendo  $35.58 \text{ g/m}^2$  de materia seca bajo 76 mm. de lluvia recibida durante 1999, valores que no fueron logrados con el descanso de las áreas por sí solo (E) a causa de la falta de dicho estímulo ni por el efecto animal (P). Así mismo, Tadmor *et al.* (1980), obtuvieron valores que iban de .3 a  $36.4 \text{ g/m}^2$  bajo 78 mm de precipitación en un período de 6 semanas en el desierto de Israel.

La tasa relativa de revegetación se vio influenciada como resultado de un incremento en la cobertura y densidad de plantas estimulado por la mejoría del microambiente de la cama de siembra a través del disturbio y sombreado del suelo, acelerando así la tasa relativa de revegetación, lo cual permite asumir que existe una inminente disponibilidad de recursos en el pastizal tales como

banco de semilla, suelo fértil aún bajo condiciones marginales (suelo poco profundo, precipitación errática, entre otras) a diferencia de la resiembra tradicional (RT) con la cual se obtiene una respuesta menor con la agravante de la destrucción de la vegetación nativa. Lo anterior, coincide con lo expuesto por Herbel y Sosbee (1969) quienes encontraron un índice de 50 por ciento en la germinación de semillas de 12 especies de zacates en un área cubierta por ramas de arbustos y con una temperatura de 36°C a comparación de otra área desnuda con 57°C en la cual no se presentó germinación.

A su vez, la respuesta obtenida de la comunidad gramínea a partir de las prácticas aplicadas a demuestra la importancia de las primeras como operadores de producción en áreas aparentemente marginales siendo a su vez éste tipo de microrregiones las más representativas del Desierto Chihuahuense, lo cual permite demostrar qué, para producir bajo condiciones áridas no siempre es necesario contar con suelos profundos ricos en materia orgánica ni gran disponibilidad de agua pluvial ó de riego, tampoco el que sea necesario introducir materiales exógenos al sistema ni destruir totalmente la vegetación nativa, situaciones que en la mayoría de los casos conllevan sólo a obtener fracasos y a ampliar la frontera de desertización.

Con relación a la precipitación recibida en el área de estudio, ésta nos permite inferir qué como el presente se trata de un año atípico y, tomando en cuenta que la precipitación anual más escasa desde 1962 fue de 162.9 mm (en 1995) (CNA, 2000), es posible esperar una mayor respuesta del sistema para

años posteriores con precipitaciones dentro de la distribución normal para el área.

4) A su vez, se determinó que el disturbio generado por pisoteo animal no favorece por sí solo la revegetación bajo el régimen de aridez presente a lo largo de los dos períodos y bajo las condiciones presentes en el área de estudio (1999 y 2000) sin embargo, sí logra estimular la revegetación y producción cuando se acompaña de acolchados.

5) El excluir y aplicar pisoteo bovino sobre áreas sobrepastoreadas para su rehabilitación generan una revegetación muy lenta por lo cual no se justifica la aplicación de dichas prácticas al menos en sitios que se encuentren en un estado de degradación avanzado y bajo condiciones similares a las presentes durante los años de estudio.

#### Consideraciones prácticas de manejo.

1) El disturbio superficial sobre el suelo, ya sea del tipo animal ó mecanizado, deberá afectar mínimamente 4 cm del mismo para lograr así una mejor descompactación y cosecha de agua la cual se traducirá en un incremento en el rendimiento del forraje.

2) Siempre que se lleve a cabo cualquier tipo de resiembra bajo las condiciones presentes en los pastizales áridos del Desierto Chihuahuense, es necesario tomar en cuenta la estacionalidad tan marcada del período de lluvias, el cual tiene su pico máximo todos los años en el mes de Junio, con más del 80 por

ciento de la lluvia total durante los años más secos para obtener resultados satisfactorios en nuestra actividad, puesto que después del mismo las posibilidades de eventos son escasas tal como ocurrió durante dos años de estudio.

3) Cuando se desee llevar a la práctica los tratamientos más sobresalientes en este estudio (disturbio + acolchados y aplicación de acolchados), será fundamental tomar en cuenta la disponibilidad del material necesario (ramas) así como entender que el pisoteo animal por sí solo no generará un efecto marcado en áreas con condiciones similares, lo cual puede simularse a través de la aplicación de algún operador que permita el manejo de mayores extensiones, las cuales pueden ser tratadas de manera parcial o en franjas a lo largo del terreno de interés.

## RESUMEN

El presente trabajo se ha llevado a cabo con el objetivo de caracterizar el diferente grado de respuesta de las gramíneas nativas bajo diferentes tratamientos aplicados con el fin de revegetar áreas degradadas abordando la hipótesis de que el tipo de cama de siembra y disturbio pueden alterar dramáticamente la revegetación de pastizales degradados al estimular los bancos naturales de semilla. De ésta manera, la presente investigación fue conducida durante 1999 y el 2000 en un área del Rancho "El Halcón", Zacatecas. Para lo cual se seleccionó un sitio sobrepastoreado mostrando suelo desnudo al cual se asignaron los siguientes tratamientos : exclusión (E), resiembra tradicional (RT), acolchados con ramas (A), disturbio manual (DM), pisoteo animal (P) y pisoteo animal más acolchados (P + A). Las observaciones se llevaron a cabo al final de la estación de crecimiento para ambos períodos. A pesar de las condiciones de precipitación fueron escasas (76 Y 134 mm) respectivamente, los resultados obtenidos demuestran una consistencia del efecto del pisoteo animal más acolchados (P + A) como el tratamiento más eficiente en la recuperación mensual de la cobertura vegetal con valores mensuales de 2.02 y 5.60 por ciento respectivamente para cada período y una producción de materia seca de 35.58 y 49.38 gr/m<sup>2</sup> para los dos años respectivamente. Lo anterior, nos permite demostrar la importancia de la

descompactación superficial del suelo como un efecto que incrementa la precipitación efectiva, así como el sombreado parcial de la superficie, el cual regula la evaporación mejorando de ésta manera el microambiente del banco de semilla y permitiendo el establecimiento de comunidades gramíneas en dichos sitios. Finalmente, es permisible el esperar una respuesta aún mayor para años con regímenes normales de precipitación, ya que la recibida durante el estudio fue atípica para el área tomando en cuenta la registrada desde 1962 para dicha localidad.

## LITERATURA CITADA.

- Allessio, M. L. Parker, T. And Simpson, R. 1989. Ecology of soil seed bank. Academic Press, England.
- Almeida M., R. 1991. Exito relativo en la introducción de especies vegetales en relación a la cosecha de agua. En.: Salinas, G. H.; Flores, A. S. Y Martínez, D. M. A. (Ed.). Memoria del Taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de las Regiones Lagunera y Zacatecana. Zacatecas, México. p. 154 - 155.
- Begon, M., Harper, J. L. and Townsend, C. R. 1990. Ecology. Blackwell Scientific Publications. Boston. U. S. A. p. 139.
- Bell, H. M. 1973. Range management for livestock production. University of Oklahoma Press. USA. pp. 2 - 3.
- Breshears, D. D., Nyhan, J. W., Heil, C. E. and Wilcox, B. P. 1998. Effects of woody plants on microclimate in a semiarid woodland : Soil temperature and evaporation in canopy and intercanopy patches. International Journal of Plant Sciences, 159, 6, pp. 1010 - 1017. USA.
- Briske, D. D. and Heitschmidt, R. K. An ecological perspective. In : Heitschmidt, R. K. (Ed). Grazing Management. An ecological perspective. Timber Press, Oregon. USA. pp. 11 - 12.
- Bristow, K. L. y Abrecht, D. G. 1989. The physical environment of two semiarid tropical soil with partial surface mulch over seedbed conditions. J. of Soil Research. Townsville 27 : 577-587 Australia.
- Bryant, F. C.; Dahl, B. E.; Pettit, R. D. y Britton, C. M. 1989. Does short duration grazing work in arid and semiarid regions?. J. of Soil and Water Conservation. p. 294. USA.
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. J. Forestry 39 : 388 - 394. USA.
- Cantú, B. J. E. 1984. Manejo de Pastizales. Revisión bibliográfica. Departamento de Producción Animal - UAAAN, Unidad Laguna, Torreón Coah., México. pp. - 64 - 66.

- CNA. 2000. Reporte de la estación climatológica Villa de Coss, Zac. Comisión Nacional del Agua, Guadalupe, Zacatecas, México.
- Coffin, D P; Laycock, W. A. and Lauenroth, W. K. 1998. Disturbance intensity and above and belowground herbivory effects on long-term (14 y) recovery of a semiarid grassland. *J. Plant Ecology*, 139, 2, pp 221-233. Netherlands.
- Collis, G. y Sands, J.E. 1959. The control of seed germination by moisture as a soil physical property. *Aust. J. Research*. 10 : 628 - 636. Australia.
- Committee on Rangeland Classification. 1994. Rangeland health. New Methods to classify, inventory and monitor rangelands. National Academy Press, Washington, D. C. USA. p. 1.
- Dice. L. R. 1945. The biotic provinces of Northamerica. Ann Arbor, University of Michigan Press. USA. pp. 58 - 60.
- Eckert, R. E.; Peterson, F. F.; Meurisse, S. S. y Stephens, J. L. 1986. Effects of soil surface morphology on emergence and survival of seedlings in big sagesbrush communities. *J. Range Management*. 39 : 414 - 420. USA.
- Foster, B. L. and Gross, K. L. 1998. Species richness in a successional grassland : Effects of nitrogen enrichment and plant litter Ecology. *J. Ecology*. 79, 8, pp 2593-2602. USA.
- Fowler, N. L. 1988. What is a safesite? : Neighbor, litter, germination date and patch effects. *Ecological Society of America*. USA. 69 - 4. P. 947.
- Garza, C., H.; Medina, G. J.; Gastó, C. J. y Armijo, R. T. 1977. Transformación de ecosistemas áridos de pastizal. Estrategias de establecimiento. Monografía Técnico Científica, UAAAN, 3 : 72-74. Saltillo, Coah., México.
- Garza, C. H.; Medina, G. J. y Gloria, H. M. 1985. La resiembra como estrategia de conservación. En : De Luna, V. R., Galo M. J. y Fierro, G. L. C. (Comp.). Manejo y transformación de pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Saltillo, Coah. México. p. 151.
- Gleen-Lewin, D. C.; Peet, R. K. and Veblen, T. T. 1992. Plant Succesion. Chapman & Hall. England. p. 77 - 83.
- Gobbi, M. and Schlichter, T. 1998. Survival of *Austrocedrus chilensis* seedlings in relation to microsite conditions and forest thinning. *Forest Ecology and Management*, Vol 111. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. 2-3, p. 137-146.

- Gulliver, R. L. And Heydecker, W. 1973. Establishment of seedlings in a changeable environment. In : Heydecker, W. (Ed.). Seed ecology. Butterworths, England. p.447.
- Gutiérrez, C. J.; Pérez, R. L.; Hernández, J. I. I. y Galo, M. J. 1995. (Comp.). En : Medina, T. J. G.; Ayala, O. M. J.; Pérez, R. L. y Gutiérrez, C. J. Rehabilitación de ecosistemas de pastizal. Conceptos y aplicaciones. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. UAAAN, Saltillo, Coah. México. p. 3.
- Harper, J. L. 1982. Population biology of plants. Academic Press, London, England.
- Herbel, C. H. 1972. Environmental modification for seedling establishment. En : Mckell (Ed.). Biology and utilization of grasses. Academic Press. New York. USA. p. 101 - 114.
- Herbel, C. H. 1971. Using mechanical equipment to modify the seedling environment. In : Mc. Kell, C.; Blaisdell, J. P y Goodin, J. R. (Comp.). Wildland shrubs : Their biology and utilization. Intermountain forest and range experiment station. USA. p. 369 - 370.
- Hien, F. G.; Rietkerk, M. y Stroosnijder, L. 1997. Soil variability and effectiveness of soil and water conservation in the Sahel. African J. of Range. Management p. 11: 1-8. USA.
- Humphrey, R. R. 1962. Range ecology. The Ronald Press Company, New York, USA. pp. 50 - 08.
- Huss, D. L. y Aguirre, F. 1976. Fundamentos de Manejo de Pastizales. ITESM, Monterrey, N. L. México. 74 - 78.
- Knight, R. W. 1999. Conservación de agua en agostaderos. Memorias del 3<sup>er</sup> Consorcio Técnico Binacional Noreste de México y Sur de Texas. Cd. Guadalupe, N. L. México. p 31.
- Koepfen, W. 1962. Climatología. Fondo de cultura económica. México, p. 166.
- Kramer, P. J. 1989. Relaciones hídricas de suelo y plantas. Harla : México. P. 72.
- Malecheck, J. C. y Dwyer, D. D. 1983. Short duration grazing doubles your livestock? J. of Range Manage. p. 44 : 32 - 37. USA.
- Mc kell, C.; Blaudell, J. P.y Goodin, J. R. 1977. Using mulches to stablish woody chenopods. Wildland shrubs International Symposium, Utah State University, USA. p. 382-391.

- Gulliver, R. L. And Heydecker, W. 1973. Establishment of seedlings in a changeable environment. In : Heydecker, W. (Ed.). Seed ecology. Butterworths, England. p.447.
- Gutiérrez, C. J.; Pérez, R. L.; Hernández, J. I. I. y Galo, M. J. 1995. (Comp.). En : Medina, T. J. G.; Ayala, O. M. J.; Pérez, R. L. y Gutiérrez, C. J. Rehabilitación de ecosistemas de pastizal. Conceptos y aplicaciones. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. UAAAN, Saltillo, Coah. México. p. 3.
- Harper, J. L. 1982. Population biology of plants. Academic Press, London, England.
- Herbel, C. H. 1972. Environmental modification for seedling establishment. En : Mckell (Ed.). Biology and utilization of grasses. Academic Press. New York. USA. p. 101 – 114.
- Herbel, C. H. 1971. Using mechanical equipment to modify the seedling environment. In : Mc. Kell, C.; Blaisdell, J. P y Goodin, J. R. (Comp.). Wildland shrubs : Their biology and utilization. Intermountain forest and range experiment station. USA. p. 369 - 370.
- Hien, F. G.; Rietkerk, M. y Stroosnijder, L. 1997. Soil variability and effectiveness of soil and water conservation in the Sahel. African J. of Range. Management p. 11: 1-8. USA.
- Humphrey, R. R. 1962. Range ecology. The Ronald Press Company, New York, USA. pp. 50 - 08.
- Huss, D. L. y Aguirre, F. 1976. Fundamentos de Manejo de Pastizales. ITESM, Monterrey, N. L. México. 74 - 78.
- Knight, R. W. 1999. Conservación de agua en agostaderos. Memorias del 3<sup>er</sup> Consorcio Técnico Binacional Noreste de México y Sur de Texas. Cd. Guadalupe, N. L. México. p 31.
- Koepfen, W. 1962. Climatología. Fondo de cultura económica. México, p. 166.
- Kramer, P. J. 1989. Relaciones hídricas de suelo y plantas. Harla : México. P. 72.
- Malecheck, J. C. y Dwyer, D. D. 1983. Short duration grazing doubles your livestock? J. of Range Manage. p. 44 : 32 - 37. USA.
- Mc kell, C.; Blaudell, J. P. y Goodin, J. R. 1977. Using mulches to establish woody chenopods. Wildland shrubs International Symposium, Utah State University, USA. p. 382-391.

- Mora, B. A.; Santillán, I. R. y Ramírez, R. F. J. 1986. Validación del método de muestreo doble en la Mesa del Centro. En : Gutiérrez, C. J. (Comp.). Memorias del Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables – UAAAN, Saltillo, Coah. México. p. 37.
- Moreno, N. P. G. 1984. Glosario Botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. CECSA, S. A. de C. V., México. p. 5.
- Pearson, C. J. e Ison, R. L. 1987. Agronomy of grassland system. Cambridge University Press. Cambridge U. K. P.77.
- Pérez, R. L. 1990. Autoecología de *Atriplex canescens* (Pursh) Nut. Emergencia, sobrevivencia y crecimiento en microambientes diferentes. Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Recursos Naturales Renovables, UAAAN, Saltillo, Coah. México, p. 8 – 9.
- Priestley, D. A. 1986. Seed Aging. Comstock Publishings Associates. U. S. A. p. 89 - 91.
- Reynaga, V. J. R. 1995. Transformación ecológica de pastizales. En : Medina, T. J. G.; Ayala, O. M. J.; Pérez, R. L. y Gutiérrez, C. J. (Ed.). Rehabilitación de ecosistemas de pastizal. Conceptos y aplicaciones. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. UAAAN, Saltillo, Coah. México. p.22.
- Rodríguez, A. J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. p. 56.
- Rodríguez, T. D. 1992. Zacate Buffel. Revista : La ganadería en Zacatecas, No. 4. Unión Ganadera Regional de Zacatecas. p. 12. Zacatecas, México.
- Roundy, B. A.; Abbott, B. y Livingston, M. 1997a. Surface soil water loss after summer rainfall in a semidesert grassland. Department of Botany and Range Science, Birham Young University Utah, USA. 11 : 49-62 .
- Roundy, B. A.; Shaw, N. L. and Booth, D. T. 1997b. Using Native Seeds on Rangelands. Proceedings : Using Seeds on Native Species on Rangelands. Intermountain Research Station, USDA, USA. p. 1.
- Sheldon, J. C. 1974. The behavior of seeds in soil, the influence of seed from surfacelying seeds. J. of Ecology. 62 : 47 - 66.USA.
- Skujins, J. 1991. Semiarid lands and deserts. Soil resources and reclamation. Department of Biology, Utah University, Utah, USA p. 336.
- Springfield, H. W. 1971. Using mulches to stablishing woody chenopods. In : Mc. Kell, C.; Blaisdell, J. P y Goodin, J. R. (Ed.). Wildland shrubs : Their biology

and utilization. Intermountain forest and range experiment station. USA. p. 382.

Tadmor, N. H. ; Evenari, M. y Katznelson, J. 1980. Siembra de plantas anuales y perennes en pastizales desérticos naturales. En : González, M. H. y Campbell, R. S. (Ed.). Rendimiento del pastizal. Pax de México. México. p. 135 – 137.

Thurow, T. L. 1991. Hydrology and erosion. Grazing management. Edited by Heitshmith, K. R. And Stuth, W. J. Timber Press, Oregon. USA. pp. 141 - 159.

Urbanska, K. M. 1997. Restoration ecology research above the timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. Geobotanical Institute SFIT Zurich, Switzerland. p. 6 : 12.

Vázquez, U. G.; Acosta, Z. G. E. Y Orduña, T. E. 1986. Estado actual y capacidad de carga de los pastizales de Altiplano Potosino. En : Gutiérrez, C. J. Memorias del Segundo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables – UAAAN, Saltillo, Coah. México.

Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. Academic Press, San Diego, Calif. U. S. A. p 1.

Villanueva, D. J. 1991. Establecimiento de arbustos forrajeros mediante cosecha de agua de lluvia *in situ*. En : Salinas, G. H.; Flores, A. S. Y Martínez, D. M. A. (Ed.). Memoria del Taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de las Regiones Lagunera y Zacatecana. p. 105.

Voisin, A. 1976. Dinámica de los pastos. Ed. Tecnos, Madrid, España. p. 207.

Wezel, A, and Boecker, R. 1998. Fallow plant communities and site characteristics in semi-arid Niger, West Africa. Journal of Arid Environments. pp 269-280. England.

Whisenant, S. G. 1999. Revegetating semiarids rangelands. Memorias del III Taller sobre la conservación y uso de los recursos naturales y comercialización de bovinos de carne. Consorcio Técnico Binacional del Noreste de México y Sur de Texas. Monterrey, N. L. p. 78.

Winkel, V. K. 1990. Effects of seedbed modifications, sowing depths and soil water on emergence of warm season grasses. Ph. D. Diss. University of Arizona. USA.

Winkel, V. K.; Roundy, B.A. and Cox, J. R. 1991. Influence of seedbed microsite characteristics on grass seedling emergence. University of Arizona, Tucson. Journal of range management. USA.

## APENDICE

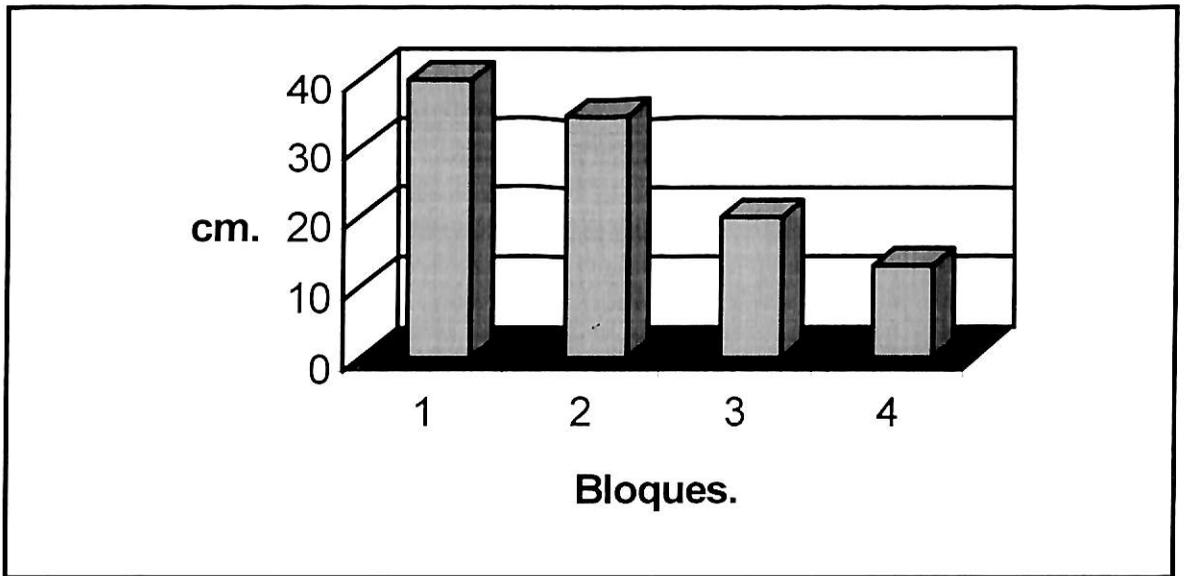


Figura A.1 : Profundidad de suelo a lo largo de los diferentes bloques de prueba.

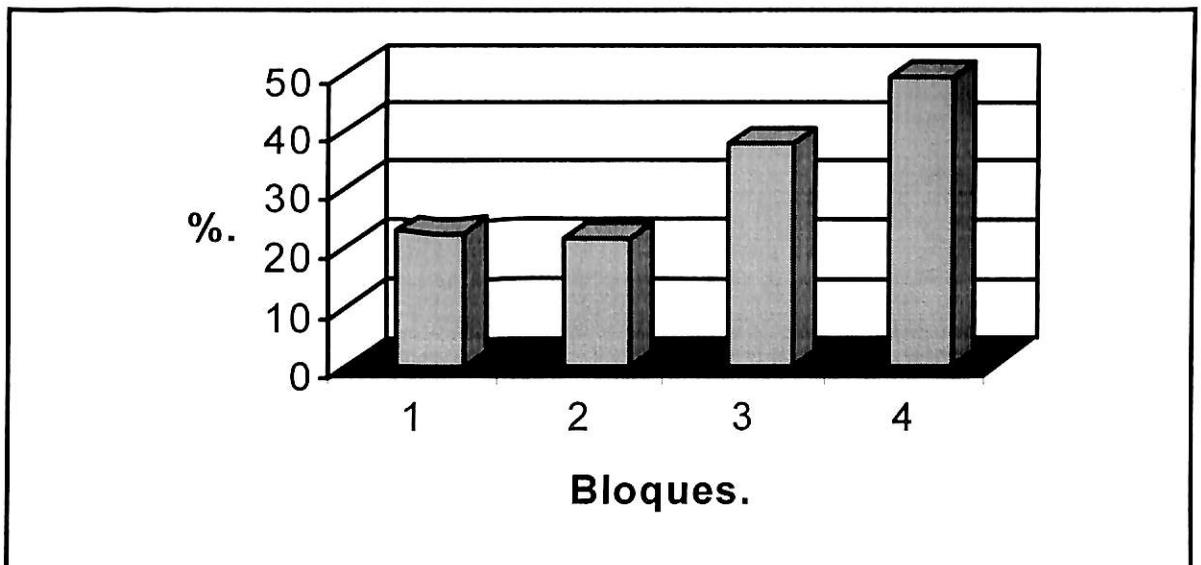


Figura A.2 : Contenido de pedregosidad a lo largo de los diferentes bloques de prueba.

Cuadro A.1 : Profundidad del suelo a lo largo de los bloques experimentales.

No. de Bloque	Profundidad Promedio (cm)	Media General (cm)	Desviacion Estándar (cm)
1	40	27	12.62
2	35		
3	20		
4	13		

Cuadro A.2 : Contenido de pedregosidad a lo largo de las parcelas de estudio y sus respectivos bloques.

No. Mtra.	No. de Bloque	No. de Parcela	Peso Total Mtra	Peso de Grava (g)	% de Grava	X Contenido de Grava (%)
1	1	1	376	81.2	21.6	22.8
2		2	396	120	30.3	
3		3	360	77	21.4	
4		4	365.5	50	18.28	
5		5	287.4	35.2	12.2	
6		6	364	119.2	32.7	
7	2	1	397	157	39.5	21.36
8		2	384.3	65.5	17	
9		3	433	110	25.4	
10		4	407.1	68	16.7	
11		5	415.6	56	13.5	
12		6	381	61.5	16.1	
13	3	1	398.1	208	52.3	37.6
14		2	378	105	27	
15		3	428.3	140	32	
16		4	449.1	202	45	
17		5	427	176	41.2	
18		6	428	120	28	
19	4	1	408	254.5	62.4	49.2
20		2	466	226	48.5	
21		3	419	224	53.5	
22		4	465.5	171.5	36.8	
23		5	410.7	204	49.6	
24		6	357	160	44.8	

Cuadro A.3 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la cobertura basal expresada en porcentaje durante los períodos de estudio con su respectiva comparación de medias (DMS = .6904 para 1999 y, DMS = 1.584 para el período 2000) en el cual las letras mayúsculas reflejan las diferencias estadísticas entre tratamientos para cada año y las diferencias entre años se señalan en la última columna.

Tratamiento	Media 1999	Media 2000	1999 vs 2000
E	5.91 A	10.05 B	*
RT	6.24 A	20.33 AB	*
A	8.51 A	14.55 B	N. S.
DM	7.98 A	15.29 B	*
P	3.71 A	11.27 B	*
P + A	13.63 A	32.81 A	*

Cuadro A.4 : Análisis de varianza ( $P \geq .01$ ) para la cobertura basal obtenida durante 1999 en respuesta a la modificación del micriambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	7.159607	1.431921	6.8208	.002
Bloques	3	1.326675	.442225	2.1065	.142
Error Experimental	15	3.149033	.209936		
Total	23	11.635315			

Cuadro A.5 : Análisis de varianza ( $P \geq .05$ ) para la cobertura basal obtenida durante el 2000 en respuesta a la modificación del micriambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	GL	SC	CM	FC	$P \geq F$
Tratamientos	5	18.051453	3.610251	3.2660	.034
Bloques	3	2.179535	.726512	.6572	.594
Error Exp.	15	16.581116	1.105408		
Total	23	36.812103			

Cuadro A.6 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la densidad total de plantas durante los períodos de estudio con su respectiva comparación de medias (DMS = 1.5714 para 1999 y, DMS = 1.6351 para el período 2000) en el cual, las letras minúsculas reflejan las diferencias estadísticas entre tratamientos para cada año y las diferencias entre años están señaladas en la última columna.

Tratamiento	Media 1999	Media 2000	1999 vs. 2000
E	24.97 B	59.19 B	N. S.
RT	28.26 B	89.39 AB	*
A	52.66 AB	73.35 AB	N. S.
DM	43.09 AB	96.65 AB	*
P	23.18 B	49.02 B	N. S.
P + A	78.21 A	130.43 A	**

Cuadro A.7 : Análisis de varianza ( $P \geq .05$ ) para la densidad total de plantas por unidad de superficie obtenida durante 1999 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	24.353455	4.870691	4.4789	.011
Bloques	3	1.054291	.351430	.3232	.810
Error Experimental	15	16.312102	1.087474		
Total	23	41.719849			

Cuadro A.8 : Análisis de varianza ( $P \geq .05$ ) para la densidad total de plantas por unidad de superficie obtenida durante el 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	.718079	.143616	.8954	.050
Bloques	3	.115482	.038494	.2400	.867
Error Experimental	15	2.405827	.160388		
Total	23	3.239388			

Cuadro A.9 : Análisis de varianza ( $P \leq .05$ ) para la densidad de plantas perennes establecidas por unidad de superficie obtenida durante 1999 en respuesta a la modificación del micriambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	2.642090	.528414	1.0944	.388
Bloques	5	19.732498	3.946500	8.1734	.000
Error Experimental	25	12.070511	.482820		
Total	35	34.445099			

Cuadro A.10 : Análisis de varianza ( $P \geq .01$ ) para la densidad de plantas anuales establecidas por unidad de superficie obtenida durante 1999 en respuesta a la modificación del micriambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	28.085487	5.617097	81.601	.001
Bloques	1	.140831	.190831	2.0459	.211
Error Experimental	5	.344177	.068835		
Total	11	28.570496			

Cuadro A.11 : Análisis de varianza ( $P \leq .05$ ) para la densidad de plantas perennes establecidas por unidad de superficie obtenida durante el 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	1.002396	.200479	.1535	.973
Bloques	2	18.134918	9.067459	6.9418	.013
Error Experimental	10	13.062149	1.306215		
Total	17	32.199463			

Cuadro A.12 : Análisis de varianza ( $P \geq .01$ ) para la densidad de plantas anuales establecidas por unidad de superficie obtenida durante el 2000 en respuesta a la modificación del micriambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F. V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F. c.	$P \geq F.$
Tratamientos	5	13.697906	2.739581	4.5415	.010
Bloques	3	20.780029	6.926676	11.482	.001
Error Experimental	15	9.048523	.603235		
Total	23	43.526459			

Cuadro A.13 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la densidad de plantas por especie y grupos (perennes y anuales) durante el período de estudio de 1999 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

Grupo	Esp.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6
Perennes	Bo. du.	0	7	6	8.23	0	6
	Bu. da.	13	10.5	10	14.87	9	19.54
	En. de.	2.47	3.78	3.28	5.87	13	6.28
	Le. du.	0	2	2	0	1.18	0
	Pa. ob.	3	3	2	8.9	0	0
	Se. ge.	6.47	2	7	6	0	1.78
Anuales	Er. ba.	0	0	8	0	0	20.4
	Er. me.	0	0	13.34	0	0	24.5

Cuadro A.14 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la densidad de plantas por especie y grupos de especies (perennes y anuales) durante el período de estudio del 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

Grupo	Esp.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6
Perennes	Bu. da.	9.05	13.67	16.87	29.14	15.06	19.95
	En. De.	9.05	0	11.14	7.21	3.72	19.95
	Pa. ob.	4.49	7.79	0	0	3.72	0
Anuales	Ch. vi.	0	7.79	0	7.21	0	19.95
	Er.ba.	9.05	21.55	16.87	14.6	11.27	30.91
	Er. me.	18.16	25.88	17.45	29.14	7.5	30.91
	Se. Gr.	9.05	13.67	11.15	7.21	7.5	9.15

Cuadro A.15 : Análisis de varianza ( $P \leq .05$ ) para la composición de especies por tratamiento durante 1999 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	P $\geq$ F
Tratamientos	5	9.050018	1.810004	1.7047	.159
Bloques	7	18.210739	2.601534	2.4502	.037
Error Exp.	35	37.162140	1.061775		
Total	47	64.422897			

Cuadro A.16 : Análisis de varianza ( $P \leq .05$ ) para la composición de especies por tratamiento durante el 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	P $\geq$ F
Tratamientos	5	1.281423	.256287	.2013	.958
Bloques	6	83.799011	13.966502	10.9686	.002
Error Exp.	30	38.199585	1.273319		
Total	41	123.280029			

Cuadro A.17 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la variable de producción de forraje durante los períodos de estudio con su respectiva comparación de medias para el período del 2000 (DMS = 2.512) y en el caso del período de 1999 no se encontró significancia entre tratamientos, indicándose con las letras mayúsculas la significancia de tratamientos para cada año y las diferencias entre años están señaladas en la última columna.

Tratamiento	Media 1999	Media 2000	1999 vs. 2000
E	7.50 A	14.06 E	N. S.
RT	12.34 A	27.82 C	N. S.
A	22.01 A	41.06 B	N. S.
DM	18.82 A	27.76 C	N. S.
P	8.48 A	21.26 D	N. S.
P + A	35.58 A	49.38 A	N. S.

Cuadro A.18 : Análisis de varianza ( $P \leq .05$ ) para la producción de materia seca tratamiento durante 1999 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	$P \geq F$
Tratamientos	5	15.721252	3.144250	1.1644	.371
Bloques	3	4.437592	1.479197	.5478	.661
Error Exp.	15	40.503632	2.700242		
Total	23	60.662476			

Cuadro A.19 : Análisis de varianza ( $P \geq .05$ ) para la producción de fitomasa por tratamiento durante el 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	$P \geq F$
Tratamientos	5	2.051041	.410208	.9154	.050
Bloques	3	1.460724	.486908	1.0865	.386
Error Exp.	15	6.722034	.448136		
Total	23	10.233799			

Cuadro A.20 : El cual muestra los resultados obtenidos en relación a la variable de tasa relativa de revegetación durante los períodos de estudio (1999 y 2000) y en base al ANAVA se indica la diferencia estadísticas entre tratamientos para cada año y el resultado del análisis entre los dos períodos se señala en la última columna.

Tratamiento	Media 1999	Media 2000	1999 vs 2000
E	.32 BC	1.13 B	**
RT	.83 BC	3.15 AB	*
A	.73 BC	2.15 B	N. S.
DM	1.04 B	1.91 B	N. S.
P	.23 C	1.46 B	N. S.
P + A	2.02 A	5.60 A	*

Cuadro A.21 : Tasa relativa de revegetación en sentido mensual como respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas durante el período de 1999 la cual es expresada en porcentaje.

Tratamiento	Indice inicial (%)	Indice final (%)	T. R. R./mes (%)
E	4.3	5.91	.32
RT	3.08	6.24	.63
A	4.85	8.51	.73
DM	2.75	7.98	1.04
P	2.90	3.71	.16
P + A	3.62	13.63	2.02

Cuadro A.22 : Tasa relativa de revegetación en sentido mensual en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas durante el período del 2000 la cual está expresada en porcentaje.

Tratamiento	Indice inicial (%)	Indice final (%)	T. R. R./mes (%)
E	4.4	10.05	1.13
RT	4.58	20.33	3.15
A	3.8	14.55	2.15
DM	5.74	15.29	1.91
P	3.97	11.27	1.46
P + A	4.81	32.81	5.60

Cuadro A.23 : Diferencial de revegetación en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas durante el período de 1999 el cual es expresado en porcentaje.

Tratamiento	Indice inicial (%)	Indice final (%)	Diferencial (%)
E	4.3	5.91	1.61
RT	3.08	6.24	3.16
A	4.85	8.51	3.66
DM	2.75	7.98	5.23
P	2.90	3.71	.81
P + A	3.62	13.63	10.01

Cuadro A.24 : Diferencial de revegetación en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas durante el período del 2000 el cual es expresado en porcentaje.

Tratamiento	Indice inicial (%)	Indice final (%)	Diferencial (%)
E	4.4	10.05	5.65
RT	4.58	20.33	15.75
A	3.8	14.55	10.75
DM	5.74	15.29	9.55
P	3.97	11.27	7.3
P + A	4.81	32.81	28

Cuadro A.25 : Análisis de varianza ( $P \geq .01$ ) para la variable de tasa relativa de revegetación durante 1999 respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	$P \geq F$
Tratamientos	5	8.687441	1.737488	6.7498	.002
Bloques	3	1.825947	.608649	2.3645	.111
Error Exp.	15	3.861177	.257412		
Total	23	14.374565			

Cuadro A.26 : Análisis de varianza ( $P \geq .05$ ) para la tasa relativa de revegetación durante el 2000 en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

F V	G L	S C	C M	F C	$P \geq F$
Tratamientos	5	51.498260	10.299652	3.3967	.030
Bloques	3	7.950180	2.650060	.8740	.521
Error Exp.	15	45.483246	3.032216		
Total	23	104.931686			