

**EFFECTO DEL TIPO DE CAMA DE SIEMBRA Y DISTURBIO
SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE GRAMÍNEAS NATIVAS
BAJO CONDICIONES ÁRIDAS**

Ruiz Fernández E. J.
Pérez Romero L.
De Luna Villarreal, R.
Nava Coronel, R.

Departamento de Recursos Naturales Renovables
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo con el objetivo de analizar la respuesta de gramíneas nativas, sobre pastizales degradados, abordando la hipótesis de que el tipo de cama de siembra y disturbio del suelo, favorecen dramáticamente la recuperación de dichas áreas. El estudio fue conducido durante el año 1999 y 2000, en el Rancho "El Halcón", Zacatecas, México, seleccionándose un sitio sobre-pastoreado, al cual se asignaron los siguientes tratamientos: exclusión, resiembra tradicional, acolchados con ramas, disturbio manual, pisoteo animal, y pisoteo animal más acolchados. Las observaciones se llevaron a cabo al final de cada estación de crecimiento para ambos períodos, y la precipitación recibida fue de 76 y 134 mm, respectivamente, los resultados obtenidos demuestran la consistencia del efecto del pisoteo animal más acolchados, como el tratamiento más eficiente en la recuperación mensual de la cobertura vegetal y producción de fitomasa aérea, con valores de 2.02 y 5.60 % y una producción 35.58 y 49.38 g m⁻² para cada período, respectivamente. Lo anterior, sustenta la importancia de la descompactación superficial en el incremento de la precipitación efectiva, así como el sombreado del suelo, retardando la evaporación y mejorando así, el microambiente del banco de semilla, lo cual permitió el establecimiento de comunidades gramíneas en dichos sitios. Finalmente, es previsible el esperar una respuesta mayor para años con regímenes normales de precipitación, ya que la precipitación recibida durante el estudio, fue atípica para el área, tomando en cuenta el registro desde 1962, para la localidad.

Palabras clave: Revegetación, pisoteo, acolchados, parches degradados, banco de semilla.

ABSTRACT

The assay was carried out with the objective of analyzing the answer of native grass, on degraded pasturages, approaching the hypothesis that the type of sowing bed and disturbance of the ground dramatically favor the recovery of these areas. The study was lead during the years 1999 and 2000, in the Farm «El Halcon», Zacatecas, Mexico, selecting an over grazed site, where the following treatments were assigned: traditional exclusion, re-sowing, wadding with branches, manual disturbance, animal stepping, and animal stepping plus patching. The observations were carried out at the end of each growth stage for both periods, and the received precipitation was of 76 and 134 mm, respectively. The obtained results demonstrate the consistency of the effect of the animal stepping plus patching, like the most efficient treatment in the monthly recovery of the vegetal cover and aerial production of phytomass, with values of 2.02 and 5.60 % and one 49.38 production 35.58 and g m^{-2} for every period, respectively. The above mentioned states the importance of the superficial decompactation in the increase of the effective precipitation, as well as shaded of the ground, slowing down the evaporation and thus improving the microatmosphere of the seed bank, which allowed the establishment of graminea communities in these sites. Finally, a greater response for years with normal precipitation is foreseeable, since the precipitation received during the study, was atypical for the area, taking into account the data recorded from 1962, for the locality.

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

INTRODUCCIÓN

Los pastizales del norte del país antes de la conquista, se encontraban en un estado de clímax, sujeto al uso de herbívoros nativos y, con la introducción 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, la ruptura del ciclo hidrológico. Lo anterior propició el que se llevaran a cabo intentos de rehabilitación de pastizales sin sentido ecológico, a través de resiembras de zacates introducidos, eliminando para ello la vegetación nativa, con resultados poco alentadores. De esta 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 el establecimiento de nuevos individuos y obtener resultados alentadores. Dado lo anterior, este trabajo se fundamenta en la hipótesis de que la cobertura formada por gramíneas, en los suelos desnudos, ubicados entre las islas de fertilidad formadas por arbustos, puede ser recuperada a través de la aplicación de acolchados (ramas), colocados sobre las camas de siembra, auxiliados del disturbio con pisoteo animal, generando así un mayor establecimiento de gramíneas, en comparación al método de resiembra tradicional, y a la exclusión de sitios degradados. De manera general, el objetivo que se persigue a través de esta investigación, se encuentra enfocado a caracterizar el efecto de los acolchados y disturbio superficial del

suelo en el establecimiento de gramíneas nativas, aplicados sobre áreas degradadas con fines de revegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte noreste del estado de Zacatecas, en el municipio de Villa de Cos, a la altura del Kilómetro 81.5 sobre la Carretera No. 54 (Zacatecas -Saltillo), a una altura de 2050 msnm (CNA, 2000), perteneciente a la provincia biótica del Desierto Chihuahuense, según la clasificación de Dice (1945). El predio se caracteriza por ser un área sobre-pastoreada, y la vegetación ahí presente es del tipo Matorral Xerofito Desértico (COTECOCA, 1982), presentando las siguientes especies: Chatilla (*Tymophylla acerosa*), Mariola (*Parthenium incaanum*), Chaparro (*Acacia constricta*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Nopal Duraznillo (*Opuntia leucotricha*), Hojasén (*Flourensia cernua*), entre otras menos importantes en cuanto a densidad, entre los cuales coexisten algunos géneros de gramíneas nativas, tales como: Zacate Pajita (*Setaria geniculata*) y Zacate Tres Barbas Anual (*Aristida adsenscionis*), Zacate Casamiento (*Eragrostis mexicana*), entre otras. El suelo se clasifica como arenoso o francoarenoso, poco profundo, y 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 %. De acuerdo a la clasificación de Köppen (1962), el clima de la región se define como tipo BW, con una temperatura media anual de 17.5°C, siendo enero el mes más frío, 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 más seco, 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 este 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).

Las unidades experimentales fueron seleccionadas en base a características representativas de la región Centro-Norte, ubicándose las repeticiones en 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. La aplicación de tratamientos se realizó al inicio del verano, para cada periodo de estudio (1999 y 2000). 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 este 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, 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 éstas cubiertas, aproximadamente en un 30 % del total, por unidad de superficie de suelo desnudo. 4) disturbio generado

manualmente con talache (DM); éste 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.

Para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la revegetación, se consideraron las siguientes variables: 1) cobertura vegetal (%); 2) producción total de fitomasa en pie (kg de materia seca m⁻²). Para evaluar la cobertura vegetal; para dicho parámetro se utilizó el método desarrollado por Canfield (1941), utilizando un transecto en línea, la cual fue dividida en 2 secciones fijas, establecidas de manera sistemática, dentro de las cuales se determinaron 4 submuestras para cada unidad experimental, utilizando la siguiente fórmula (Huss y Aguirre, 1976):

$$\text{Porcentaje de cobertura total} = \frac{\text{Suma de la cobertura basal interceptada}}{\text{Longitud total de la línea}} \times 100$$

Para la producción total de fitomasa aérea en pie, esta variable fue cuantificada llevando a cabo un submuestreo con 3 repeticiones por unidad experimental, cosechando así los zacates presentes a 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 h, y 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 (Huss y Aguirre, 1976):

$$\text{Producción de forraje} = \frac{\text{g m}^{-2} \times 10\,000}{1000}$$

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 del 95 % ($P \geq .05$).

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \hat{a}_j + \hat{a}_{ij}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANVA para la cobertura vegetal en relación al tipo de cama de siembra y disturbio del primer período (1999) determinó que no existe diferencia estadística ($F \leq .05$) entre los tratamientos aplicados. Sin embargo, biológicamente P + A y A incrementan la cobertura vegetal con 13.63 y 8.51 %, respectivamente (Figura 1), siendo P + A 2.29 veces superior a E, seguidos por DM y RT con medias de 7.98 y 6.24 %, el resto de los tratamientos (E y P) presentaron medias de 5.91 y 3.71 %, respectivamente. Para el período 2000, el ANVA reflejó diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq .05$). Y a

través de la comparación de medias ($DMS = 1.584$) $P + A$ fue diferente al resto con 32.81 % de cobertura, mostrando una superioridad de 3.26 en veces en relación a E, seguido por RT con una media de 20.33 %, el resto presentó valores menores a 15.29 %. En relación a la comparación de tratamientos los dos períodos, se encontró diferencia estadística entre éstos, excepto para A. Lo anterior, nos permite asumir que 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

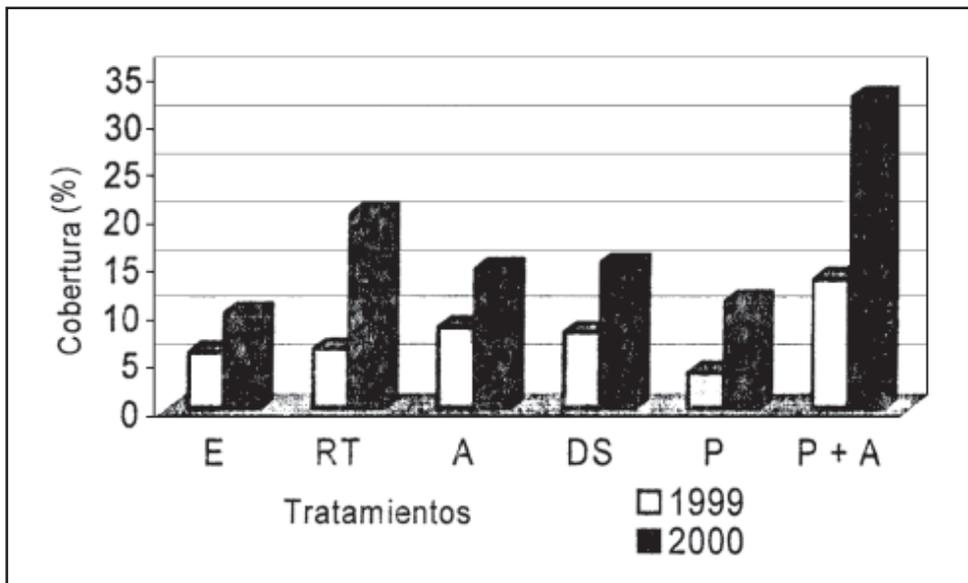


Figura 1. Cobertura basal obtenida a partir del tipo de cama de siembra y disturbio, sobre un sitio desnudo para los dos períodos de observación (1999 y 2000 respectivamente) en el Rancho "El Halcón", Zacatecas.

eventos de precipitación escasa y de frecuencia errática. A su vez, las gramíneas del sitio se clasifican como hemcriptófitas, 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 (F), bajo las condiciones presentes en el área. Lo anterior coincide con lo expuesto por Faster y Gross (1998), quienes determinaron que la cobertura vegetal se incrementa con la aplicación de acolchados al lograrse un mejor establecimiento de la gramínea en cuestión.

El ANVA para la producción total de fitomasa aérea durante 1999, determina que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq .05$), sin embargo, se presentaron diferencias en sentido biológico (Figura 2), siendo P + A el más relevante, con una producción promedio de 35.58 g m^{-2} , siendo 4.74 veces superior con relación al E, seguido por A, con 22.01 g m^{-2} , posteriormente DM mostró una media de 18.82 g m^{-2} y, finalmente RT, P y E mostraron los valores más bajos con producciones menores a 12.34 . El ANVA aplicado a la producción de fitomasa aérea (Figura 2) 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 g m^{-2} , siendo 3.51 veces mayor que E, seguido por A con una media de 41.06 g m^{-2} , posteriormente se encontró que RT favoreció una media de 27.82 g m^{-2} y similar a DM, el cual presentó una media de 27.76 g m^{-2} , y finalmente, se ubicaron P y E con producciones promedio menores a 21.26 g m^{-2} . La comparación de

medias entre los 2 períodos de estudio, no mostraron diferencias estadísticas. Finalmente, los resultados indican que los valores obtenidos fueron superiores en el segundo período de estudio, respecto al primero, dentro de lo cual las 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. Dado lo anterior, se tiene que 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

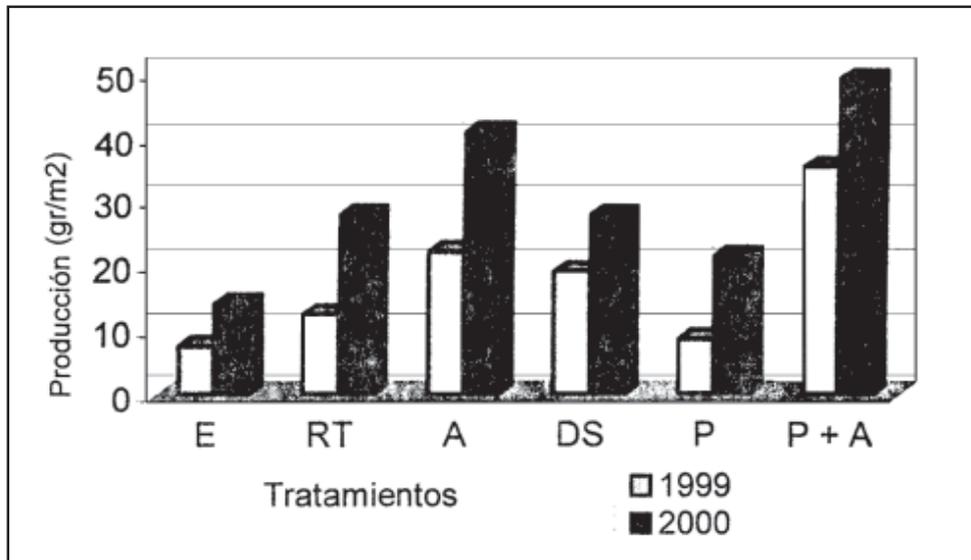


Figura 2. Producción de fitomasa aérea en respuesta a la modificación del microambiente de la cama de siembra y disturbio en el Rancho El Halcón, Zac., durante los períodos 1999 y 2000.

microambientes afectados y las pocas fuentes de semilla, crean barreras para un proceso de mejora natural en los ecosistemas (Whisenant, 1999), de esta manera, el desarrollo de la germinación y establecimiento de gramíneas implementadas a través de camas de siembra, requieren de un microambiente que provea de condiciones adecuadas, de suelo, agua, temperatura (Winkel, 1990), la presencia de plantas que generen 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 los llamados sitios seguros (Winkel, 1990), que son utilizados en el curso de la germinación (Reynaga, 1995). En relación a los zacates nativos, se tiene que los zacates cortos del desierto y semidesierto, difieren de otros tipos de gramíneas, 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 citados 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, las 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 a 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, México.

En relación a la rehabilitación de áreas degradadas a través de la aplicación de

acolchados, los cuales permiten modificar el microambiente de la semilla utilizada (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 esta manera la germinación (Herbel, 1972; McKell *et al.*, 1977). A su vez, los bancos de semilla naturales, también conocidos 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. 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 (Begon *et al.*, 1990). A su vez, el apisonamiento de un suelo poroso, es deseable siempre y cuando no sea excesivo (Voisin, 1976). 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 escurrimientos, con lo cual se mejorará la cosecha de agua y el establecimiento de nuevos individuos (Herbel, 1971; Whinsenant, 1999). El pisoteo con ganado es una alternativa sugerida en la siembra de semillas de gramíneas de tamaño mayor, como en el caso del zacate Navajita (*Bouteloua gracilis*) y Banderita (*B. curtipendula*), sobre todo si este fenómeno se lleva a cabo en forma intensa, en los sitios de aplicación (Vallentine, 1990; Pearson e Ison, 1987).

Dado lo anterior, se tiene que el incremento en la producción de materia seca de forraje, fue promovido por la mejoría 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, produciendo 35.58 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 solas (E), a causa del estímulo mencionado, ni por el efecto del pisoteo animal (P). Así mismo, Tadmor *et al.* (1980), obtuvieron valores que iban de 0.3 a 36.4 g m^{-2} bajo 78 mm de precipitación, en un período de 6 semanas en el desierto de Israel. A su vez, la respuesta obtenida de la comunidad gramínea, a partir de las prácticas aplicadas, demuestra la importancia de las primeras como operadores de producción en áreas marginales, siendo a su vez este tipo de microrregiones las más representativas del Desierto Chihuahuense, lo cual permite demostrar que para producir, bajo condiciones áridas, no siempre es necesario contar con suelos profundos, ricos en materia orgánica, ni gran disponibilidad de agua pluvial o 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.

CONCLUSIONES

Por medio de este estudio, se ha logrado demostrar la importancia que posee el manejo adecuado del suelo, enfocado a la rehabilitación ecológica, lo cual se expresa en los

siguientes términos: 1) este estudio permite demostrar la importancia de los acolchados sobre la cama de siembra, como un método eficaz en el aprovechamiento del agua pluvial, bajo condiciones áridas, incrementando así la velocidad de recuperación de la cobertura vegetal; 2) el establecimiento de gramíneas, a partir de los bancos naturales de semilla, es favorecido en gran magnitud, por el disturbio generado sobre la superficie del suelo, debido a una mayor cosecha de agua de lluvia, que en las áreas donde no se aplicó ningún estímulo sobre las mismas; 3) a su vez, se determinó que el disturbio generado por pisoteo animal, no favorece por si solo la revegetación, 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; 4) al excluir y aplicar pisoteo bovino, en áreas sobre-pastoreadas para su rehabilitación, se genera 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 avanzada, y bajo condiciones similares a las presentes durante los años de estudio.

LITERATURA CITADA

- Allessio, M. L. Parker, T. and Simpson, R. 1989. Ecology of soil seed bank. Academic Press, England.
- Almeida M., R. 1991. Éxito 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, N., Harper, J. L. and Tawsend, C. R. 1990. Ecology. Blackwell Scientific Publications. Boston. U. S. A. p. 139.
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. J. Forestry 39 : 388-394. USA.
- Cantú, B. J. B. 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, Zac., México.
- Dice. L. R. 1945. The biotic provinces of North America. Ann Arbor, University of Michigan Press. USA. pp. 58 - 60.
- 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.
- Gobbi, N. 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, Rio Negro, Argentina. 2-3, p. 137-146.
- Herbel, C. H. 1971. Using mechanical equipment to modify the seedling environment. In : Mc. Kell, C.; Blaisdell, J. P y Goodin, J. R. (Camp.). Wildland shrubs: Their

- biology and utilization. Intermountain forest and range experiment station. USA. p. 369 - 370.
- Herbel, C. H. 1972. Environmental modification for seedling establishment. En : Mckeil (Ed.). Biology and utilization of grasses. Academic Press. New York. USA. p. 101 - 114.
- 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 3er Consorcio Técnico Binacional Noreste de México y Sur de Texas. Cd. Guadalupe, N. L. México. p 31.
- Köeppen, W. 1962. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, p. 166
- Kramer, P.J. 1989. Relaciones hídricas de suelo y plantas. Harla: México. P 72.
- 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.
- Moreno, N.PG. 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. P77.
- 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.N. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. p. 56.

Springfield, H. W. 1971. Using mulches to establishing 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, N. y Katzneison, J. 1980. Siembra de plantas anuales y perennes en pastizales desérticos naturales. En: González, N. H. y Campbell, R. S. (Ed.). Rendimiento del pastizal. Pax de México. México. p. 135 — 137.

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

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

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 Sun 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.