

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ ANTONIO NARRO “

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Efecto del rodillo rehabilitador sobre el proceso de revegetación de una pradera de zacate buffel (Cenchrus ciliaris L.) degradada.

Por:

JOSE CARLOS ESCOBAR ESPAÑA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo; Coahuila México.

JUNIO DEL 2002.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO “
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



Efecto del rodillo rehabilitador sobre el proceso de revegetación de una pradera de zacate buffel (Cenchrus ciliaris L.) degradada.

Por:

JOSE CARLOS ESCOBAR ESPAÑA

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

Ing. M.C. Luis Pérez Romero
Presidente

Ing. M.C. Silvia Xiomara González A.
Sinodal

Ing. M.C. J. José López Glez.
Sinodal

Ing. Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

JUNIO DEL 2002.

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por permitirme que parte de mis metas y objetivos de la vida se cumplan, por cuidar de mí, y a todas las personas que quiero.

Con mucho amor para mi madre la Sra. Rosalba España Escobar.

Por creer en mí y darme todo el apoyo para que esto se consumara, por desvelarte en espera de tu hijo, por cuidarme y hacer de mí lo que soy, muchas pero muchas gracias mama. Te amo.

A mi abuela la Sra. Anibar Escobar Hernández.

Por todos sus consejos que me dio para poder guiarme en un camino que a veces se torna difícil.

Con amor y aprecio a mi Tío Elfego Medina Revilla.

Por formarme en gran parte de mi vida, por todos sus consejos y situaciones que me hizo ver; ya que creo que sin el no vería la vida como la veo ahora, en ti veo y tengo el padre que no tuve, gracias..

A mi tía Rosa Maria España Escobar.

Por ser tan linda con todos nosotros, por querernos, por tus consejos, muchas gracias tía.

A mi tía Isabel España Escobar.

Gracias por todos los consejos que me distes.

A mis Hermanos.

Sergio, su esposa Naty, mi Sobrino y mi hermana Fabiola, por todos los momentos de la vida que hemos estado juntos, sinceramente los quiero.

A mis Compadres.

Jorge Leonel y Marina por su amistad incondicional y todos esos momentos alegres que pasamos juntos, los quiero mucho.

A mis Amigos.

Juan Enrique (el Muzquiz), Jorge (Chinin), Nazario (el Piji), Orlando (Campeche), Luis Mario (el Osito, Cd. Acuña) Jacobo, Arturo E., al Dr. Gabriel, Ruby, Ociel, Pancho, Raúl Arechiga (Tabasco), por su amistad y por todas las cosas que pasamos juntos, muchas gracias amigos.

AGRADECIMIENTOS

A mi segunda casa **la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por permitirme estudiar en ella, por todos los momentos que pase en ella, por que en el campo de Fut ball Americano que jugué y en sus aulas me instruí para ser lo que soy como profesionista. Gracias **Alma Terra Mater**.

Al **Ing. M.C. Luis Pérez Romero**, por todo el apoyo brindado para poder realizar esta tesis, muchas gracias Ingeniero.

La **Ing. M.C. Silvia Xiomara González Aldaco** por su valioso apoyo técnico y moral para que este trabajo concluyera.

Al **Ing. Juan J. López Glez.** Por el apoyo con esta tesis.

Al **Ing. M.C. Ricardo silva Cerrón** por su amistad que me brindo en mi estancia en la escuela.

A **todos los Maestros** que formaron parte de toda mi curricula gracias por hacer de mí un profesionista.

A mi generación XCI.

Y a todas aquellas personas que no menciono pero las recuerdo con mucho cariño.

INDICE

INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Clasificación taxonómica.....	3
Descripción de la planta.....	4
Origen geográfico y distribución mundial.....	6
Reproducción del zacate.....	9
Selección del sitio de siembra.....	9
Ecología de la cama de siembra.....	10
Banco de semillas.....	14
Sistemas de pastoreo y degradación de praderas.....	15
Sistema de pastoreo continuo.....	15
Sistema de pastoreo de corta duración rotacional.....	15
Sistema de pastoreo del mejor potrero.....	15
Características del rodillo rehabilitador.....	16
Impacto del rodillo rehabilitador.....	17
Establecimiento del zacate.....	17

Requerimiento de clima.....	17
Requerimiento de suelos.....	22
MATERIALES Y METODOS.....	27
Localización geográfica.....	27
Vegetación.....	27
Fauna.....	28
Descripción de los tratamientos.....	28
Densidad.....	28
Cobertura.....	29
Distancia entre plantas.....	29
Análisis estadístico.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Densidad.....	30
Distancia entre plantas (buffel).....	34
Distancia entre plantas (herbaceas).....	34
Cobertura basal.....	38
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46
ANEXOS.....	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pag.
1	Tipos de Rodillo.....	16
2	Efecto del rodillo rehabilitador sobre la densidad De plantas de buffel y herbaceas.....	31
3	Efecto del rodillo rehabilitador sobre la distancia entre plantas.....	35
4	Efecto del rodillo rehabilitador sobre la cobertura basal del buffel.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pag.
1	Relación entre los tratamientos (Sin Rodillo) (Con-Rodillo) con la densidad (ind/m²) del zacate buffel.....	32
2	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la densidad del zacate buffel.....	32
3	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la densidad del zacate buffel.....	33
4	Relación entre los tratamientos (Sin Rodillo) (Con-Rodillo) con la distancia entre plantas (cm) del zacate buffel.....	36
5	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la distancia entre plantas (cm) del zacate buffel.....	36
6	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la distancia entre plantas (cm) del zacate buffel.....	37
7	Relación entre los tratamientos (Sin Rodillo) (Con-Rodillo) con la distancia entre plantas (cm) para Herbaceas.....	40

8	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la distancia entre plantas (cm) para herbaceas.....	40
9	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la distancia entre plantas (cm) para herbaceas.....	41
10	Relación entre los tratamientos (Sin Rodillo) (Con- Rodillo) con la cobertura basal (%) del buffel.....	43
11	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la cobertura basal (%) del buffel.....	43
12	Relación de los tiempos (Antes y Después) de un tratamiento con la cobertura basal (%) del buffel.....	44

INTRODUCCION

Uno de los objetivos del establecimiento y manejo de pradera de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en el norte de México, es incrementar la capacidad de carga de los ecosistemas naturales. Esta estrategia trae consigo diversos efectos positivos y negativos en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, provocando cambios en los procesos de flujo de energía, ciclo hidrológico, ciclo biogeoquímico y dinámica de las comunidades.

El manejo impuesto a estos ecosistemas artificiales ha traído como consecuencia una degradación de la pradera, disminuyendo su capacidad de carga. Otros efectos provocados por este proceso son erosión hídrica y eólica y pérdida de biodiversidad entre otros.

El mantenimiento de estas praderas puede realizarse a través de diversas estrategias de manejo: apacentamiento, fuego, manual y medio mecánico. Sin embargo, en muchos de los casos esto es costoso. Regenerar y/o rehabilitar una pradera significa tiempo y costos.

El pasto más importante en el nordeste de México es el zacate buffel. El zacate buffel fue introducido en el centro de Texas en 1917 y llegó a ser disponible para uso en 1949 en el sur de Texas (Holt, 1985). En México el zacate buffel fue introducido por los ganaderos durante los cincuenta y se adaptó favorablemente. De 1960 a 1980, 3 millones de hectáreas fueron excavadas y sembradas de zacate buffel en Coahuila.

En el año 2000 Coahuila produjo 689,944 toneladas de zacate buffel, esto representa el 97.0 % con respecto al total nacional ocupando el primer lugar en el ámbito nacional. (SAGARPA, 2002).

Dentro de las alternativas tecnológicas para el mejoramiento y rehabilitación de praderas esta el uso del rodillo rehabilitador. Sin embargo, en la actualidad no se dispone de información cuantificable en cuanto a sus efectos.

El **objetivo general** del presente trabajo es evaluar el efecto de la aplicación del rodillo rehabilitador sobre las características cuantitativas de una pradera de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) degradada. Dentro de los **objetivos específicos** esta evaluar las características como densidad de plantas, distancias entre plantas, cobertura vegetal del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) antes y después de la aplicación del rodillo rehabilitador.

Hipótesis

El rodillo rehabilitador de pastizales tiende a mejorar las características de una pradera de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) degradada.

REVISIÓN DE LITERATURA

Clasificación taxonómica

Familia: Poaceae (Gramineae)

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Género: *Cenchrus*

Especie: *ciliaris*

El célebre botánico Carlos Linneo fue quien primero recolectó el zacate buffel y lo clasificó. Esto ocurrió en el Cabo de Buena Esperanza en el año de 1771.

Aunque actualmente el buffel es considerado dentro del género *Cenchrus*, existe desacuerdo por parte de algunos científicos. Algunos botánicos consideran que debe reclasificarse a esta gramínea. Lo que proponen es incluirlo dentro del género *Pennisetum* y denominarlo *Pennisetum ciliare* Link, o como *Pennisetum cenchroides* Rich.

No obstante este desacuerdo en la clasificación, los botánicos concuerdan en que el género *Cenchrus* y *Pennisetum* están íntimamente relacionados entre sí (Hatch y Hussey, 1991). En varias ocasiones estos géneros han sido combinados.

El argumento de algunos botánicos para ubicar a *Pennisetum* como *Cenchrus* es que la vellosidad (pubescencia) de la base de su espiguilla está fusionada o unida. Sin embargo, otros estudiosos en la materia mantienen que dicho argumento no es suficiente para tal diferenciación. Sostienen que la fusión de dicha vellosidad es un rasgo que varía incluso dentro del mismo *Pennisetum ciliare* (Hatch y Hussey, 1991).

La situación clara es que tanto *Pennisetum ciliare* y *Cenchrus ciliaris* comprenden un tipo biológico intermedio entre ambos géneros.

Además de esto existen tres especies de *Cenchrus* que algunos autores incluyen como variedades de *Cenchrus ciliaris*. Estas son:

- Cloncurry Buffel: *Cenchrus pennisetiformis* H
- Birdwood Grass: *Cenchrus setigerus*
- Pusa Giant: Una cruce entre *Cenchrus ciliaris* y *Pennisetum thypoides*.

Descripción de la planta.

El zacate buffel es una planta perenne, es decir, de larga vida. No obstante, en el oeste de la India, bajo condiciones de extrema aridez, se presentan variedades anuales (Ayersa, 1981).

El buffel crece en verano y, según la variedad, alcanza alturas superiores al metro y medio (150 cm) Sus tallos son articulados y nacen de una corona nudosa en la base de la planta. No obstante, existen yemas con capacidad de rebrote en

las partes superiores de la planta. Los tallos son alargados y suaves, con las bases engrosadas. Con esto almacenan más carbohidratos que otras especies y pueden así rebrotar después de heladas o sequías.

Las hojas de buffel son planas y lineales. Son lisas y con una ligera velloidad en la base. Miden de 3 a 10 mm de ancho y terminan en una delgada punta. A lo largo miden en promedio de 7 a 30 centímetros (Ayersa, 1981).

Su sistema de raíces es profundo y fuerte. Esta gramínea puede dispersarse mediante rizomas cortos y se reproduce por semillas. Sus rizomas son tallos subterráneos que dan lugar a nuevos vástagos. A través de ellos va aumentando el área de macollo, con un crecimiento vigoroso en su circunferencia.

Su inflorescencia es una espiga cilíndrica densa, generalmente flexible, de 2 a 12 centímetros de longitud. Esta espiga es llamada panícula y su color puede ser marrón rojizo, morado o pajizo. Las semillas no se encuentran visibles fácilmente; están encerradas dentro de un flósculo compuesto por varias espiguillas, con involucro de setas (flósculo significa pequeña flor compuesta). Estos flósculos pueden ser solitarios o estar por grupos de 2 a 7 conjuntos. Van unidos directamente al tallo de la panícula sin ninguna extensión.

Los flósculos donde están contenidas las semillas miden de 5 a 10 milímetros. Cada uno puede contener de 1 a 5 almendras diminutas llamadas cariósides. El número de almendras es diferente en cada variedad de zacate, generalmente se presenta un porcentaje mayor de flósculos con una sola semilla.

En el buffel común se puede encontrar de ninguna a 4 semillas fértiles por flósculo. Sin embargo, lo más común es encontrar una o dos. En estos casos, es común que una de las almendras sea de mayor tamaño. Esta almendra eventualmente genera una plántula mas vigorosa. El peso de cada flósculo varía según la variedad. Resulta interesante considerar el peso comparado de flósculos y almendras. Se pueden contar hasta 496,042 flósculos por kilogramo; en un peso igual, es posible contar hasta 1,895,960 almendras (o cariósides) (Curtis y Curtis, 1989).

Origen geográfico y distribución mundial

El zacate buffel proviene de regiones de clima cálido. Su nombre científico es *Cenchrus ciliaris* (L) Link. Es originario del sur y centro de África, y de las regiones cálidas de la India e Indonesia. Se ha diseminado por diversas regiones del mundo gracias a la acción del hombre. Esta dispersión, no obstante, ha sido unas veces intencionales y otras accidental.

A principios del presente siglo la industria ganadera del mundo sufrió una grave crisis. La productividad de los pastizales, tanto templados como desérticos, se redujo dramáticamente. Esto incrementó la erosión del suelo y junto a las sequías ocurridas, desestabilizó la industria ganadera mundial (Cox *et al* 1988).

Por todo esto la productividad fue cobrando mayor importancia, sobretudo en terrenos dedicados a la ganadería extensiva. También la necesidad de conservación del suelo fue claramente reconocida. Este fue el comienzo de múltiples experimentos con pastizales por todo el mundo. Científicos de Australia,

Inglaterra, Estados Unidos y Sudáfrica iniciaron las investigaciones en forma masiva. Prácticamente de manera simultánea se dieron a la tarea de buscar un "zacate maravilloso" Un zacate que pudiera producir forraje abundante y de buena calidad en condiciones de escasa lluvia (Cox, 1991).

En cada país se evaluaron centenares de especies forrajeras. Después de numerosas pruebas de siembra se observó que las plantas del zacate buffel eran las más fáciles de establecer. En particular, las mejores semillas eran las colectadas en la región centro norte de Kenya. Igualmente buenas fueron las colectadas en el sureste de Afganistán. Este zacate persistía más y se dispersaba más rápido mediante semilla en comparación con otros zacates nativos o introducidos (Cox, 1991).

El establecimiento inicial de plantas mediante semilla se documentó en 31 países. Sin embargo, la colonización agresiva de esta especie ocurrió solamente en seis de ellos. Se estima que este zacate ha sido establecido en casi 30 millones de hectáreas alrededor del mundo (Cox *et al* 1988).

Las recolecciones hechas en Turkana se trasladaron a Estados Unidos en 1946. Las plantas fueron establecidas con éxito en el sur de Texas. Poco después el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura liberó al Buffel. El buffel denominado T-4464 fue liberado informalmente para Estados Unidos en 1949 (Holt,1985). Entre ese año y 1985 los productores de semilla de Texas vendieron 7 mil toneladas de semilla T-4464.

El buffel comenzó su expansión. Los ganaderos del sur de Texas establecieron el zacate en más de 4 millones de hectáreas. En 1954 la semilla se transportó a México por vez primera. Desde entonces se estableció en extensas superficies a lo largo de las costas este y oeste del país.

Actualmente no se conoce con exactitud la superficie total sembrada con zacate buffel en territorio mexicano. Algunos autores señalan que existen alrededor de 2 millones de hectáreas (Ibarra, *et al* 1991). Otros estiman que del buffel se han sembrado de 4 a 6 millones de hectáreas (Cox, 1991). En Sonora se calcula una superficie aproximada de 580,000 hectáreas establecidas con este zacate. Esta estimación es de acuerdo con el análisis realizado hasta 1995 por la COTECOCA (Aguirre, 1994).

El buffel se introdujo al Estado de Sonora en 1957 (Aguirre, 1994). Proveniente de Nuevo León, Texas y Arizona. Se sembró por primera vez en el rancho de Don Germán Santini y Don Arturo Castelo, en el municipio de Navojoa. Su distribución en la entidad se amplió a partir de 1959. En ese año Don Manuel Torres lo sembró en su rancho al este de Hermosillo. Por su parte Don Enrique Cubillas lo introdujo a su rancho en la región de Carbo, y Don Luis Encinas en la región de Pesqueira, entre otros.

Reproducción del zacate buffel

La reproducción del zacate buffel se desarrolla de dos formas. Una es mediante la producción de nuevas yemas de crecimiento y rizomas para su dispersión. La otra forma es mediante la producción de semilla.

La reproducción por semilla en el buffel es mediante el proceso conocido como apomixis. Este mecanismo es asexual y consiste en que se produce el embrión sin fecundación alguna. Las nuevas plantas producidas son de características idénticas a las progenitoras. El número de cromosomas en *Cenchrus ciliaris* es $2n = 36$. Las variedades encontradas que tienen $2n = 32, 40$ y 54 cromosomas, no tienen un número básico en su serie cromosómica. Por esta razón son llamadas aneuploides. (Bashaw, 1985).

Selección del sitio de siembra

Existen varios factores que es muy importante considerar cuando se desea establecer el zacate buffel. De todos ellos, el que requiere de la máxima atención es la selección del sitio de siembra. Si el sitio no es el ideal la planta tiene problemas para establecerse, su productividad es baja, especies no deseables la desplazan fácilmente y la pradera tiende a desaparecer rápido. Si todo esto ocurre está claro que ha fallado su establecimiento.

Esto es delicado porque lleva asociadas pérdidas económicas y pérdidas de tiempo. Un suelo sin vegetación acelera su erosión y su pérdida de fertilidad.

Por elegir un sitio no apto para su siembra se han perdido praderas en todo el mundo

El suelo y el clima son los factores más importantes que deben considerarse en la selección del sitio de siembra para la planta (Ayersa, 1981, Cavaye, 1991).

Ecología de la cama de siembra

La cama de siembra es la preparación del suelo para la siembra de la semilla.

Puede variar mucho entre regiones, dependiendo de:

- Tamaño de la pradera a sembrar
- Cantidad y distribución de la lluvia
- Topografía
- Pedregosidad
- Características del suelo
- Tipo de vegetación

También influyen los objetivos específicos planteados y el costo y disponibilidad de maquinaria y equipo (Paull y Lee, 1978; Ibarra, 1990; Martín, 1991). Todos estos factores determinan al final el tipo de cama de siembra a elegir.

Una buena cama de siembra es aquella que reúne estas características:

- Rompe las capas compactas del suelo
- Permite un buen contacto de la semilla con el suelo húmedo
- Ayuda a reducir la competencia de otras plantas
- Mejora la captación y retención de humedad

- Reduce el arrastre del suelo por escurrimiento

La cama de siembra puede hacerse al mismo tiempo que el desmonte. Puede utilizarse arado cortador de raíces, arado y/o rastra de discos, poceadora, arado subsoleador y rastra de rieles, entre otras.

Una de las preguntas más frecuentes es sobre cuál implemento hace la mejor cama de siembra. Cualquier implemento es bueno, siempre que proporcione a largo plazo una fácil emergencia de la planta y su buen establecimiento. Por eso, el tipo de cama de siembra depende de las características del suelo y la vegetación del lugar. Una vez elegida la maquinaria, se recomienda trabajar la maquinaria en sentido perpendicular a la pendiente del terreno. Deben hacerse curvas de nivel o bolseo, para captar agua de escurrimiento y aumentar la humedad. Principalmente en aquellos lugares donde llueve muy poco.

La rastra de discos es muy utilizada últimamente por los ganaderos para la siembra de buffel. Es que con ella se puede preparar la cama de siembra y al mismo tiempo sembrar la semilla. Todo en un sólo paso. Este implemento agrícola es más rápido y económico, comparado con otros métodos de siembra. Además, su fácil manejo permite sortear el monte alto e intersembrar el zacate en los claros del agostadero.

La desventaja de la rastra de discos, es que en suelo compactado y pedregoso, prepara camas de siembra pobres o superficiales. Esta situación restringe el establecimiento del zacate buffel a corto plazo. Así, su uso se limita a suelos no compactados y relativamente libres de roca.

Al preparar la cama de siembra, es muy importante la intensidad con que se remueve o pulveriza el suelo. El objetivo es romper el suelo duro y brindar suelo suave y fácil de desmenuzar; una buena germinación y emergencia de las plántulas depende en mucho de esto. Los suelos mal trabajados son generalmente compactos y afectan la germinación, emergencia y desarrollo de raíces (Paull y Lee, 1978).

Las camas de siembra sobre-trabajadas o demasiado pulverizadas son costosas y exponen el subsuelo enterrando el suelo fértil. La semilla entonces corre el riesgo de ser depositada a una profundidad mayor que la recomendada.

El suelo arcilloso y compacto requiere de un trabajo más esmerado que los suelos arenosos desmenuzables (friables). Una cama de siembra con superficie de suelo rugosa o dispareja es mejor que una con superficie plana. Esto es debido a que tales rugosidades captan más agua y el suelo permanece húmedo por más tiempo (Paull y Lee, 1978). Esta no debe ser confundida con una cama irregular o mal acabada. En camas de siembra mal terminadas, el buffel se establece pobremente. Igual en suelos muy terronudos y con mucha roca superficial, así como en suelos excesivamente pulverizados (Cavaye, 1991; Cavaye, 1988).

Casi siempre, alguna preparación de cama de siembra es necesaria para el rápido establecimiento del zacate buffel (Paull y Lee, 1978). Cuando no existe ninguna preparación del terreno, su establecimiento resulta lento. La dispersión natural del buffel es más rápida hacia terrenos removidos por maquinaria o por el pisoteo de animales. Esto se acentúa en años con buena lluvia (Cavaye, 1991).

El buffel coloniza preferentemente suelos arenosos, donde existe una fuente segura de semilla para su dispersión. Por esta razón, es muy importante intersembrar el zacate para crear esa fuente de semilla necesaria. Con el tiempo, el paso del ganado, el viento, la lluvia y otros animales ayudan en su dispersión en el agostadero (Ibarra, *et al* 1994). Al contrario, el sobrepastoreo reduce la producción de semilla y su dispersión natural se hace más lenta.

Las características del suelo determinan la maquinaria a utilizar en la preparación de la cama de siembra. El arado desenraizador o una rastra de discos ligera son suficientes en un suelo arenoso no compactado. Pero pueden resultar insuficientes en terreno arcilloso o compactado, porque la profundidad lograda puede ser inadecuada.

En terreno arcilloso y duro, debe subsolearse para romper las capas compactas que obstruyen el movimiento del agua. Esta práctica incrementa la infiltración de agua en el suelo y estimula el desarrollo de las raíces.

Generalmente, el suelo arenoso no compactado es el que requiere camas de siembra más sencillas. En Sonora, el simple paso del bulldozer sobre la semilla ha bastado para establecer el buffel adecuadamente (Hurtado, 1992). Pero debe tenerse cuidado: existen suelos arenosos, suaves en la superficie, con capas de suelo compacto entre los 10 y 40 cm de profundidad. Aunque el buffel puede establecerse, finalmente muere porque estas inhiben el desarrollo de sus raíces. Esta situación ha causado serios fracasos en el establecimiento del buffel en Sonora. (Ibarra, *et al* 1994).

Banco de Semilla

En el suelo, el tiempo de vida de la semilla es mucho más corto que en el almacén (De León, 1977). Esto es debido a factores como temperatura y lluvia, así como a insectos y microorganismos del suelo (Winkworth, 1963). De aquí la importancia de utilizar semilla de buena calidad para asegurar el éxito de la siembra. Se estima que la semilla de buffel permanece viva durante 2 ó 4 años en el suelo (Everson, 1988; Silcock, y Smith, 1990). La mayor parte de la semilla pierde su viabilidad en 2 años, pero el 10% pueden seguir vivas 4 años después de sembrada (Winkworth, 1971).

Sistemas de pastoreo y degradación de praderas

Sistema de pastoreo continuo

No existe control en la frecuencia y época de defoliación existiendo únicamente efecto en el grado de intensidad o por la carga animal.

Sistema de pastoreo de corta duración rotacional

Este es otro sistema que se ha venido utilizando con cierto éxito. Consiste en dividir la pradera en varios potreros relativamente pequeños (mínimo 6); estos son pastoreados individual y rotacionalmente por un sólo hato, pero en períodos cortos de tiempo. Períodos de pastoreo de 3 a 7 días, con descansos de 30 días en la época verde y de pastoreos de 30-45 días durante la seca.

Este sistema de pastoreo es aplicable incluso en praderas de buffel con presencia de arbustos menos deseables. Al obligar al ganado a utilizar todo el forraje disponible, se reduce la selectividad y se incrementa el uso de los arbustos menos deseables (Ibarra, *et al* 1987).

Sistemas de pastoreo del mejor potrero

Este sistema fue desarrollado especialmente para regiones desérticas y es muy sencillo y práctico en su utilización. Consiste en poner todos los animales en un sólo potrero, mientras los demás potreros descansan. Cuando el ganado ha consumido el 50% del forraje, es cambiado al mejor potrero disponible. Deben revisarse continuamente todos los potreros para saber con certeza cuál de ellos es el mejor; así, el ganado podrá rotarse siempre al potrero con mayor disponibilidad de forraje (Ibarra, 1990).

Características del rodillo rehabilitador

El rodillo rehabilitador es un implemento diseñado para aerear, descompactar y dejar esponjoso el suelo, con el fin de retener el agua de lluvia, al menor costo posible y sin dañar los zacates existentes, además de que nos ayuda al control de arbustos y malezas.

Este implemento consiste en un cilindro metálico que tiene una serie de cuchillas acomodadas helicoidalmente, con el fin de lograr una mayor penetración en el suelo, un menor requerimiento de caballaje, ahorro de diesel y un rodado totalmente suave.

El trabajo de este implemento, al igual que todas las herramientas de rehabilitación, consiste en alterar el acomodo de las partículas del suelo, para incrementar la captación y retención de agua, pero con la ventaja de que el rodillo permite la germinación de zacates nativos, debido a que no voltea la capa superior del suelo, como sucede con arados y rastras.

Cuadro 1. tipos de rodillo

DIÁMETRO DEL RODILLO	30"	36"	42"
NUMERO DE CUCHILLAS	80"	100	120
PESO LLENO DE AGUA (KG)**	3000	4500	5500
CABALLAJE REQUERIDO (HP)	50-60	70-80	90-100

**** se consideran en los tres casos rodillos de 10' de largo (3.05)**

Impacto del rodillo rehabilitador

De acuerdo a C. Wayne Hanselka et al. Menciona que el rodillo rehabilitador (aereador) tiene un impacto sobre la producción de forraje; Dado que cuando se aplica se puede llegar a producir hasta 4340 Kg ha⁻¹ de forraje en praderas de buffel en comparación a otros implementos para su renovación.

Establecimiento del zacate

Requerimiento de clima

En México, las regiones donde el buffel se establece, persiste y coloniza áreas vecinas no sembradas, tienen las siguientes características:

- La lluvia total varia de 300 a 600 mm (11.8 a 23.6 pulgadas)

- La lluvia de verano fluctúa de 250 a 550 mm (9.8 a 21.6 pulgadas)
- La lluvia de invierno es inferior a los 200 mm (7.9 pulgadas).

Bajo otras condiciones, la adaptación y persistencia de la planta se reducen, y generalmente no se dispersa o muere. (Ibarra, 1994).

En Estados Unidos, Australia, África e India, el buffel se encuentra en zonas con 200 a 1,250 mm de lluvia, aunque las mejores áreas de adaptación se encuentran en regiones con 300 a 850 milímetros (Cavaye, 1991; Humphreys, 1967; Paull, Lee, 1978; Donaldson, 1992; Pandeya, Lieth, 1993). En zonas con menos de 300 mm de lluvia anual, es muy riesgoso el establecimiento de buffel, no es recomendable sembrar en ellas. La inseguridad de la lluvia y el alto riesgo de deterioro del suelo lo exigen (Navarro, 1988). Bajo estas condiciones, las prácticas de captación y conservación de agua podrían ser la única alternativa para el establecimiento de la planta.

La temperatura media que requiere el zacate buffel para su establecimiento está entre 18 y 35°C, siendo la óptima de 25°C (Cavaye, 1991; Cox, *et al* 1988.) En las áreas óptimas para el buffel, el período libre de heladas es mayor a 340 días. Y la temperatura mínima promedio en el mes más frío varía de 5.5 a 13°C. La planta tiene altos riesgos de mortalidad en áreas donde la temperatura mínima promedio en el mes más frío es menor de 5°C (Ibarra, 1994).

El zacate buffel tiene baja tolerancia a las heladas (Cota y Johnson, 1975). su adaptación se limita a agostaderos con inviernos no muy fríos, con heladas de

baja intensidad y poca duración (Holt, 1985; Ibarra *et al* 1991; Bashaw, 1985). En áreas con inviernos severos la sobrevivencia es errática y la producción muy pobre. En Sonora, en algunas regiones (Santa Ana, Altar, Trincheras, Cumpas, Nacozari y Magdalena) aquí, la mayoría de las plantas nuevas mueren desde la raíz cada 1 ó 2 años. También los rebrotes de las plantas maduras mueren en las heladas, y la producción se reduce drásticamente. En zonas no tan frías y con heladas menos frecuentes la planta no muere desde la raíz. Sólo muere su follaje, y puede rebrotar de la base cuando la humedad y temperatura lo permiten. Lugares como Carbo, Rayón, Opodepe y Benjamín Hill, Sonora, pertenecen a este tipo.

La altitud, o elevación sobre el nivel del mar, está muy relacionada con la temperatura ambiente. Por eso también se toma en cuenta para delimitar áreas de siembra de buffel. En Sonora, la altitud límite recomendada para el establecimiento es aproximadamente de 900 m; en Texas llega hasta los 200 m, y en las regiones ecuatoriales de Sudamérica, África e India hasta los 1,500 metros (Ibarra *et al*, 1991).

Sin embargo, la altitud no puede usarse con absoluta seguridad para delimitar una área de siembra de buffel. Y es porque está relacionada con otras variables como latitud y efecto de exposición. Además, el establecimiento del buffel también depende mucho (como ya se mencionó) del tipo de suelo. La textura, la materia orgánica y la presencia de nitrógeno y otros nutrientes (Ibarra *et al*, 1991). También son muy importantes, y no están directamente relacionados con la altitud.

Cuando el zacate buffel predomina y se extiende, en verano las precipitaciones varían de 150 a 550 mm, en invierno las precipitaciones se sedimentan más de 400 mm, la media mínima de la temperatura en invierno raras veces caen debajo de 5° C, y la textura de la tierra es mantillo. (Cox *et al*, 1988).

Cuando el zacate buffel ocurrió en la parte norte central de Kenya y sur de Etiopía, las elevaciones varían de 150 a 700 m; y la media mensual mínima y máxima de las temperaturas anuales varían de 21 a 24° C y de 31 a 36° C las lluvias son bimodales o poseen dos métodos estadísticos distribuidos en dos veranos de temporadas de crecimiento, y anualmente varían de 200 a 400 mm.

El zacate buffel por lo general se encuentra creciendo en el mantillo, y el crecimiento ocurre en cualquier momento con la humedad disponible del suelo. (National Animal Husbandry Research Station Annual Report from Naivaska, Kenya, 1979; Cox *et al*, 1988).

Las hojas o follaje comienzan a crecer cuando la media mínima de la temperatura se levanta encima de 10° C, pero la activación del crecimiento ocurre solamente en verano cuando la media mínima de temperatura esta entre 15 y 20° C y la media máxima de temperatura esta debajo de 40° C en el sur de África (Tort *et al*, 1973; Dye y Walter 1980 citados por Cox *et al*, 1988).

La semilla del zacate buffel, de plantas establecidas o plantadas en el sitio, la activación de una colonización adyacente no plantada en sitio de Kenya, sur de África, noroeste de Australia y noroeste de México. En todas estas localizaciones, en las lluvias de verano durante la activación de crecimiento de la planta varia de 170 a 400 mm, durante el tiempo de la lluvia la latencia varia de 10 a 285 mm, en periodos totalmente secos de 150 a 210 días ocurre en uno u otro invierno o en la caída y primavera y la temperatura media mínima en el mes mas frío el rango esta

entre 0 y 23° C. Bajo condiciones semejantes, la semilla del zacate buffel en el suelo puede continuar viable por 3 años (Winkworth 1963 citado por Cox *et al*, 1988).

El establecimiento de praderas persiste pero no con colonias activadas adyacentemente no plantadas en los sitios del Nordeste de Australia, sudoeste de México y sur de Texas. Las lluvias de verano exceden 440 mm en el nordeste de Australia y sudoeste de México, durante el tiempo de la lluvia la latencia generalmente excede 300 mm en el noreste de Australia, Este de México y sur de Texas.

En el centro sur de Texas, la media mínima de la temperatura en el mes mas frío es debajo de 6° C la latencia durante las lluvias generalmente excede los 400 mm y en un periodo seco extendido no ocurre. El establecimiento de praderas bajo estas condiciones falla o fracasa o persiste porque la semilla producida en verano es destruida por lo mojado del invierno. (Amzi y Singh, 1985) y el establecimiento de plantas muere durante el frío del invierno (Hot, 1985 citado por Cox *et al*, 1988).

En norte América, la expansión del zacate buffel donde la precipitación anual la cantidad de los rangos de 600 a 1200 mm la semilla del zacate buffel de las plantas establecidas en los sitios de las colonias activas adyacentes a los sitios no plantados entre Cristal city y Laredo, Texas, Carbo y Hermosillo, México en esas locaciones las lluvias de verano varían de 170 a 400 mm y las lluvias de invierno varían de 10 a 210 días ocurren en uno u otro invierno o lluvias de primavera, y el punto medio máximo y mínimo de temperaturas en el mes mas frío los rangos entre 24 y 32° C y 5 y 15° C respectivamente.

La precipitación anual en centro norte de Kenya varia de 200 a 400 mm, y es doble modelo estadísticamente distribuido en 2 veranos de temporada de crecimiento. El punto medio mínimo y máximo de la temperatura anual varia de 21 a 24° C y 31 a 36° C respectivamente, y el crecimiento del sácate buffel ocurre en cualquier momento de la humedad del suelo disponible (Cox *et al*, 1988).

Las temperaturas extremas en Texas y México difieren de esas en centro norte de Kenya pero la cantidad de lluvia y distribución donde las plantas se desarrolla en África son mas similares a donde las plantas se extienden, que, donde la planta persiste o muere en norte América. (Ibarra *et al*, 1995).

Cox *et al*, (1982) encontraron esos mas de 250 ascensos de 80 especies de pastos tenían esas semillas de 400 localidades en el suroeste de los Estados Unidos y noroeste de México entre 1890 y 1980. (Cox *et al*, 1984).

El zacate buffel en la región de Texas es caracterizado por dos lluvias, en mayo y septiembre. El verano es el típico seco, y el invierno quizá más ocasional con temperaturas congelantes. Uno de los mayores problemas con la infrecuencias de heladas es eso que quizás ello ocurre bastante de repente, allí están las temperaturas los 70's bajaron a congelación dentro de un día.

Eso dio un pequeño tiempo para que el zacate buffel llegara a ser habitualmente frío lo mas al sur que llegara el área del sácate buffel, lo mas probable de este inesperada helada es que ocurrió. Así, después de la helada pudimos ver mas daño en los lugares del zacate buffel en las áreas mas al sureste, una temperatura constante aunque no fue baja.

Requerimientos de suelos

El buffel se adapta mejor en agostaderos planos y lomeríos suaves. También lo hace en suelos profundos, con buen drenaje, y con texturas entre arenosas y francas. Por el contrario, suelos arcillosos, salinos, poco profundos o demasiado rocosos y terronudos generalmente no se prestan para su establecimiento. En suelos así, la planta tiene problemas para persistir la mayoría de las veces. Tampoco sirven para ello los barriales donde se acumula el agua por largos períodos. (Ibarra *et al*, 1991).

Los suelos llamados pesados son muy dañinos para el buffel. Estos suelos no se humedecen lo suficiente con la lluvia y su rápido secado causa stress en la planta. Aunque la semilla germina bien, la superficie dura de estos suelos impide la emergencia de las plántulas (Wilson, 1961; Wilson, 1964). Ocurre también que los suelos arcillosos, al hincharse con la humedad y agrietarse al secarse, también estrangulan y rompen raíces. Otro problema de este tipo de suelos lo provoca la gran cantidad de terrones. Esto y las largas aristas o "barbas" de la semilla impiden su pleno contacto con el suelo. (Cavaye, 1988).

Aunque el buffel crece y se establece, por períodos cortos, en casi todo tipo de suelo y texturas, persiste preferentemente en suelos con textura Arena Migajonosa, Migajón Arenoso, Migajón, Migajón Areno-Arcilloso, Arcilla Arenosa, y los suelos menos pesados de las texturas Arcillosa, Migajón Arcilloso y Migajón Limoso (Cox, et al 1988; Ibarra *et al*, 1991).

Los suelos ideales para el establecimiento, persistencia y dispersión del buffel, tienen las siguientes características: (Ibarra, 1994.)

- El contenido de arena varía del 60 al 90%
- La suma de su limo y arcilla siempre es menor del 50%
- El nitrógeno total y el carbón orgánico son menores de 0.2 y 2.0%, respectivamente
- El pH varía de 6 a 9
- La capacidad de intercambio catiónico va de 12 a 35 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ __
- Las sales solubles totales son menores a 2000 ppm
- El fósforo disponible varía de 1 a 22 ppm
- El calcio disponible varía de 1,804 a 13,026 ppm
- El potasio, magnesio y sodio disponibles fluctúan de 39 a 13,369 ppm.

El zacate buffel puede ser inicialmente establecido en casi todo tipo de textura de suelo; a largo plazo persiste, cada pasto es dependiente de tipos específicos de textura.

El zacate buffel emerge cuando la semilla esta sembrada en suelos arenosos, arcillo-arenoso respectivamente. Pero el zacate buffel emerge o declina por cualquier tierra, arenosa, limosa o arcillo-arenosa en contenidos aproximados al 100% (Mutz y Cifres, 1975; Agostini et al, 1981). La planta de zacate buffel gradualmente pierde vigor y muere cuando es establecido en limo, limo-arenoso, limo-areno-arcilloso, y suelos arcillosos. (Sweeney y Hopkins 1975; Watt, 1976; Cristie 1978; Pitman *et al* 198, Henselka 1985; citados por Cox *et al*, 1988).

El zacate buffel persiste bien en drenes de suelos limo-arcillo-arenoso, arcillo-limoso y arcillo-areno-limoso, la activación de la semilla se expande por el noroeste de Australia y noreste de México y suelos limo-arenosos. (Humhreys 1967; cota y Johnson, 1975 citados por Cox *et al*, 1988).

En agosto. El pico vivo de la biomasa en la producción varia de 465 kg/ha en verano por arriba de la precipitación.

El zacate buffel anualmente produce cerca de 3 veces más forraje verde que el pasto nativo. (Martín *et al*, 1995).

La distribución de lo caliente y frío en las temporadas de lluvias directamente influye en los modelos estadísticos de los picos de producción de biomasa viva. (Martín *et al*, 1995).

En los 30 sitios en Kenya datos del clima y el suelo en el área donde la semilla T-4464 fue originalmente recolectado solamente el total del nitrógeno y carbono orgánico del suelo difiere en medio de los regímenes de sobrevivencia.

Las concentraciones del nitrógeno y carbono orgánico total del suelo son menos donde se extiende el zacate buffel intermedio donde el pasto persiste y en grandes pruebas el pasto muere. En la predicción el zacate buffel sobreviva en 3 régimen de supervivencia y entre áreas donde el pasto se extiende o muere, nosotros usamos función de análisis discriminatorias. (Ibarra *et al*, 1995).

En Queensland, Australia el crecimiento del zacate buffel las plantas en los suelos rojos arenosos fue retardado cuando el fósforo disponible ($0.01 \text{ NH}_2 \text{ SO}_4$ extraíble) fue menos que 25 mg kg^{-1} y cuando el fósforo disponible fue limitándose a sobrevivir pocas plantas a la sequía (Christie, 1975 citado por Fernando A. Ibarra *et al*, 1995). Donde el zacate buffel se expande en norte América y desarrollado en Kenya, el fósforo disponible

del suelo varia de 0.1 a 26.4 mg kg⁻¹, en promedio 13.1 mg kg⁻¹ y raramente excedido a 16.5 mg kg⁻¹ la baja disponibilidad de fósforo en el suelo en Norte América los límites del suelo quizás 1979 (González y Látigo, 1981 citados por Ibarra *et al*, 1995). Pero las concentraciones bajas 0.1 mg kg⁻¹ aparentemente no impactan en la habilidad de la planta de uno u otro establecida la semilla sobrevive.

MATERIALES Y METODOS

Localización geográfica

El rancho la “Mota” se encuentra ubicado en el Municipio de Monclova Coahuila sobre la carretera Monclova – Candela en el Km 38.

Vegetación

Los tipos de vegetación registradas en esta zona son, el matorral rosetofo, ubicado principalmente en los pies de montes, o bajadas de las sierra, el cual está representado principalmente por lechuguilla (*Agave lechuguilla*), sotol (*Dasylirion cedrosanum*), nopal (*Opuntia phaeacantha*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), guapilla (*Hechtia scariosa*), albarda (*Fouquieria splendens*), sangre de drago (*Jatropha dioica*), gatuño (*Mimosa sp.*), Palma pita (*Yuca treculeana*) y palma samandoca

(*Yucca carnerosana*) entre otros, mientras que el otro tipo de vegetación, dentro del cual se realizó el presente estudio, es el pastizal mediano abierto, ubicado en las partes bajas del pie de la sierra, representado por las siguientes especies: zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), el cual se introdujo en forma natural y actualmente ocupa una gran proporción del pastizal, zacate navajita (*Bouteloua* sp) nopales (*Opuntia phaeacantha*), gatuño (*Mimosa* sp), guajillo (*Acacia berlandieri*), y en menor proporción lechuguilla (*Agave lechuguilla*), hojásén (*Flourenzia cernua*), gobernadora (*Larrea tridentata*).

Fauna

En dicha región, predominan las especies menores como el tejón, liebre, conejo, ardilla, ratón de campo, coyote, zorra, zorrillo, comadreja y gato montés entre otras. Las especies mayores se encuentran en menores proporciones, estas son: Oso negro, venado cola blanca, jabalí de collar y puma. Habitan en estas regiones reptiles como la víbora de cascabel, víbora negra, alicante, iguanas y lagartijas. Existen aves canoras como ceniztonle, cardenal y calandrias, además de paloma de alas blancas, huilota, zopilote o aura, codorniz escamosa, faisán, halcones, aguilillas tecolotes, lechuzas y perdiz.

Descripción de los tratamientos

Se seleccionó una hectárea del pastizal al cual no se le aplicó tal tratamiento y se le denominó tratamiento Sin Rodillo (SR) o natural, y se escogió otra área igual en el cual se le aplicó el paso del rodillo rehabilitador, a la cual se le designó como tratamiento Con Rodillo (CR.)

Densidad

En ambos sitios, con y sin la aplicación del rodillo rehabilitador, se procedió a establecer cinco parcelas al azar (repeticiones) de metro cuadrado cada una, a las cuales se les aplicó el método de parcela mediante el conteo directo de las plantas de zacate buffel y herbáceas en general, para determinar densidad de plantas por hectáreas.

Cobertura

Posteriormente se procedió a determinar la cobertura vegetal mediante la línea de Canfield (1941), o línea de intersección, la cual consiste en medir la distancia basal de cada uno de los zacates que intercepta la línea, se suma el total de las distancias y se divide esta cantidad entre la longitud de la línea y se multiplica por cien para determinar el porcentaje de cobertura basal de los zacates, se procedió a establecer cinco líneas o repeticiones al azar de 3 metros de longitud en cada uno de los sitios de estudio.

Distancia entre plantas

Se evaluó la distancia entre plantas de buffel antes y después, al centímetro más cercano.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto del rodillo rehabilitador y realizar la comparación de sus efectos se aplicó la prueba de χ^2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de revegetación provocado por el efecto del rodillo rehabilitador se analizo con respecto a densidad de individuos (ind/m^2); cobertura basal (%) y distancia entre plantas (cm).

Densidad

El resultado del análisis (anexo 1) fue altamente significativo con una probabilidad de ($p \leq 0.01$) donde los tratamientos tienen efectos antes y después de aplicarlos. En el (Cuadro 2) se muestra que en el tratamiento SR antes y después hay un aumento de $1.8 \text{ ind}/\text{m}^2$, esto es realizado de manera natural; la respuesta del disturbio causado con el tratamiento CR de igual manera hay un incremento de esto es por la acción ejercida del rodillo en la capa superficial del suelo, hay mas $4.8 \text{ ind}/\text{m}^2$ esto por las semillas que se encuentran en latencia en el suelo esperando el momento propicio de condiciones para emerger y esto se ha logrado por el efecto del rodillo rehabilitador, la respuesta se ve reflejada en menos suelo desnudo, menor infiltración de agua, mayor producción de materia verde de igual manera sucede en las herbáceas, en donde los 2 tratamientos (SR y CR) con respecto al tiempo antes no se presento ninguna planta, pero en el tiempo después hubo un incremento, para el Tratamiento SR fue de $5.2 \text{ ind}/\text{m}^2$ y para el Tratamiento CR fue de $11.0 \text{ ind}/\text{m}^2$. Como se puede ver en las (figuras 1,2 y 3.) el tratamiento CR es mejor ya que la media es mas alta que SR.

CUADRO 2. Efecto del rodillo rehabilitador sobre la densidad de plantas de buffel y herbáceas (Ind. / m²)

GRUPO CON RODILLO			SIN RODILLO			
FUNCIONAL			A	D	CAMBIO*	
A	D	CAMBIO*				
			----- ind/m ² -----			

10.6	Gramíneas (buffel)		2.2	4.0	1.8	5.8
	4.8					
11.0	herbaceas		0	5.2	5.2	0
	11.0					
A = Antes			* El Cambio es la diferencia de los tiempo Antes y Después			
B = Después						

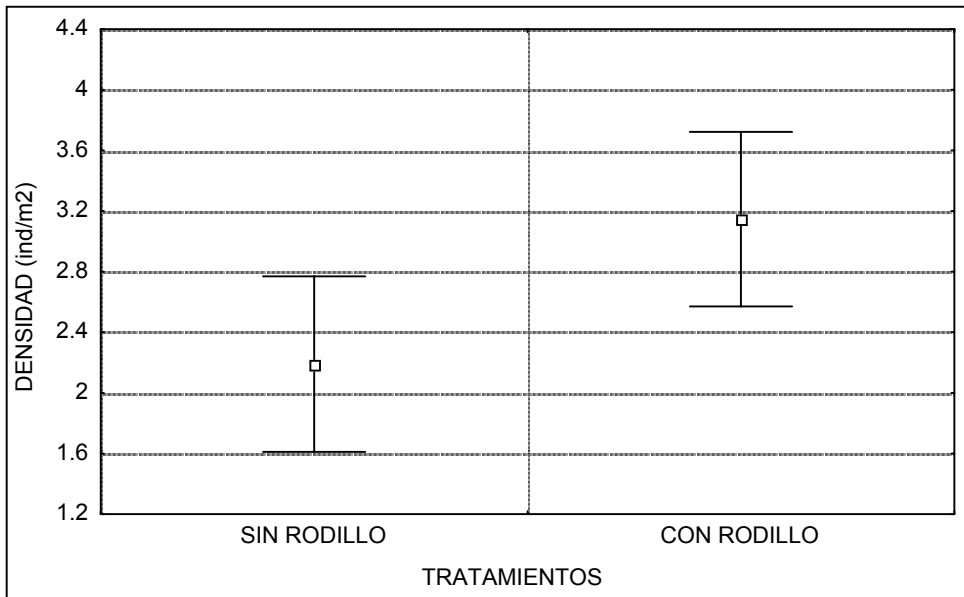


Figura 1. Relación entre los tratamientos (Sin rodillo) (Con rodillo) con la densidad (ind/m²) del zacate buffel.

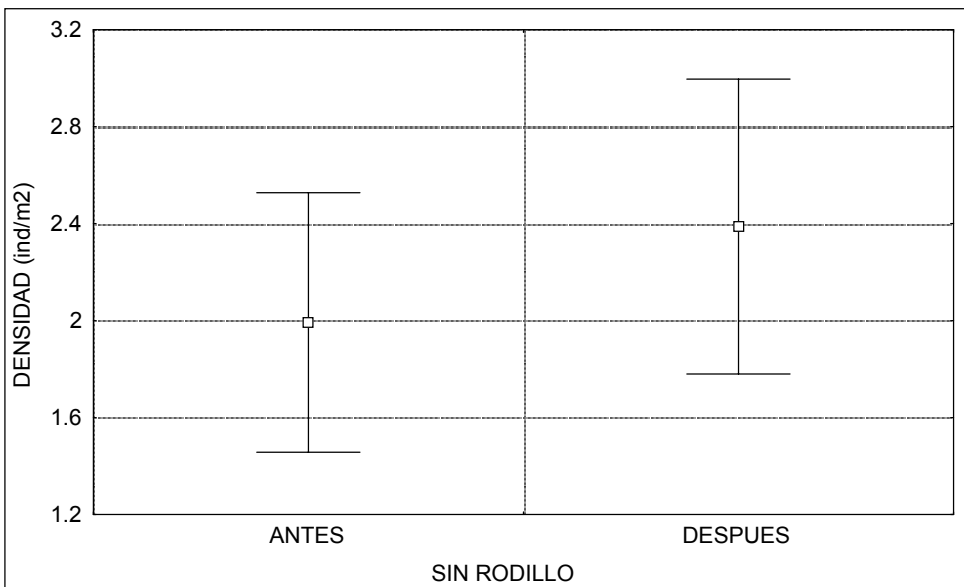


Figura 2. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la densidad del zacate buffel.

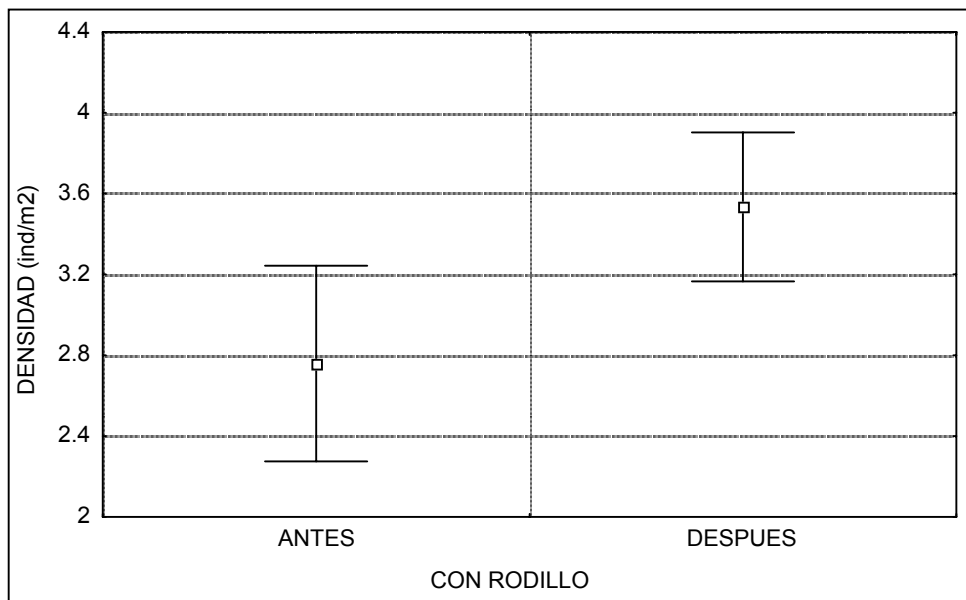


Figura 3. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la densidad para el zacate buffel.

Distancia entre plantas (buffel)

El análisis hecho (anexo 2) dio un resultado altamente significativo ($p \leq 0.01$) existiendo también efecto de los tratamientos antes y después.

Como se ve, en el cuadro 3 las distancias disminuyeron en ambos tratamientos, esto nos dice, que hubo mas germinación de plantas nuevas, por lo tanto la distancia entre plantas se ve disminuida, en el tratamiento SR la diferencia entre medias es de 5.9 cm de disminución y en el tratamiento CR la diferencia entre media es de 17.28 cm de disminución en la distancia entre plantas. Las disminuciones de las distancias en el Tratamiento SR ocurrieron de manera natural en el Tratamiento CR fue causado por el disturbio realizado por el rodillo rehabilitador, ayudando así, a mejorar la cobertura y la densidad del terreno, evitando perdida de suelo por erosión. (Figuras 4,5 y 6.)

Distancia entre plantas (herbaceas)

El análisis realizado (anexo 3) dio un resultado significativo a una probabilidad de ($p \leq 0.01$) existiendo efecto del rodillo antes y después de aplicarlo.

En las herbaceas como se puede apreciar en el cuadro 3 en los dos tratamientos con relación al tiempo antes no se presento ninguna planta o establecida y después en los dos tratamientos hubo germinación y se pudo establecer una distancia entre plantas para el tratamiento SR de 49.9 cm con relación al tiempo después, para el tratamiento CR la distancia entre plantas fue

CUADRO 3. Efecto del rodillo rehabilitador sobre la distancia entre plantas

GRUPO CON RODILLO			<u>SIN RODILLO</u>		
FUNCIONAL			A	D	CAMBIO*
A	D	CAMBIO*	----- cm -----		

37.46	20.18	17.28	73.38	67.48	5.9
(buffel)					
24.27	24.27		0	49.9	49.9
					0

A = Antes

* El Cambio es la diferencia de los tiempo Antes y Después

D = Después

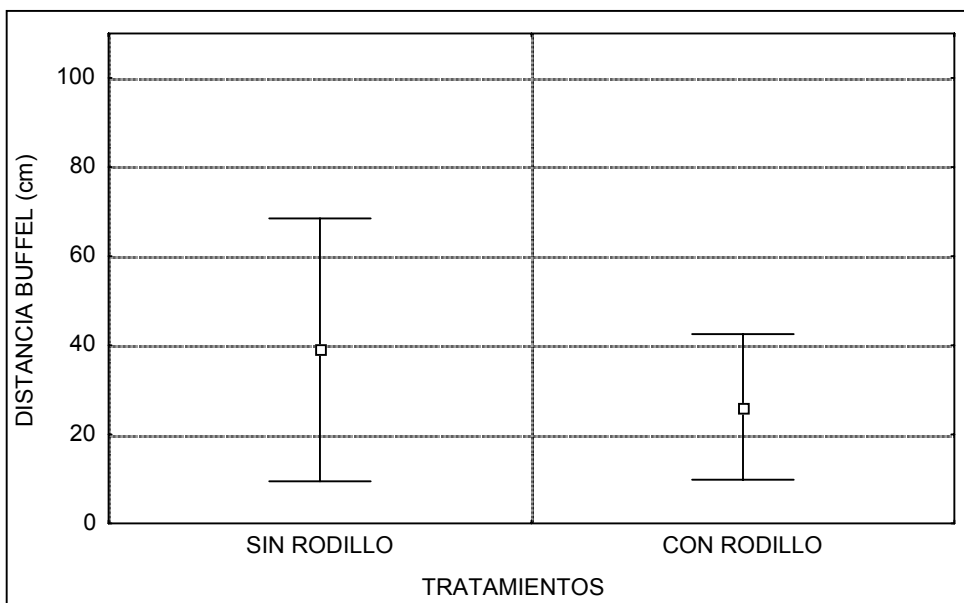


Figura 4. Relación entre los tratamientos (Sin rodillo) (Con rodillo) con la distancia entre plantas para zacate buffel.

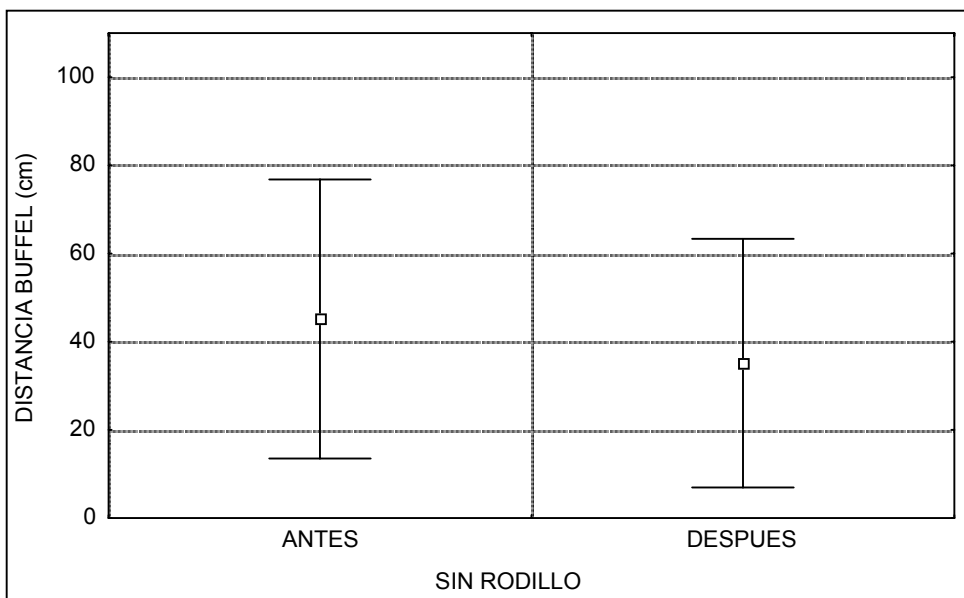


Figura 5. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la distancia entre plantas para zacate buffel.

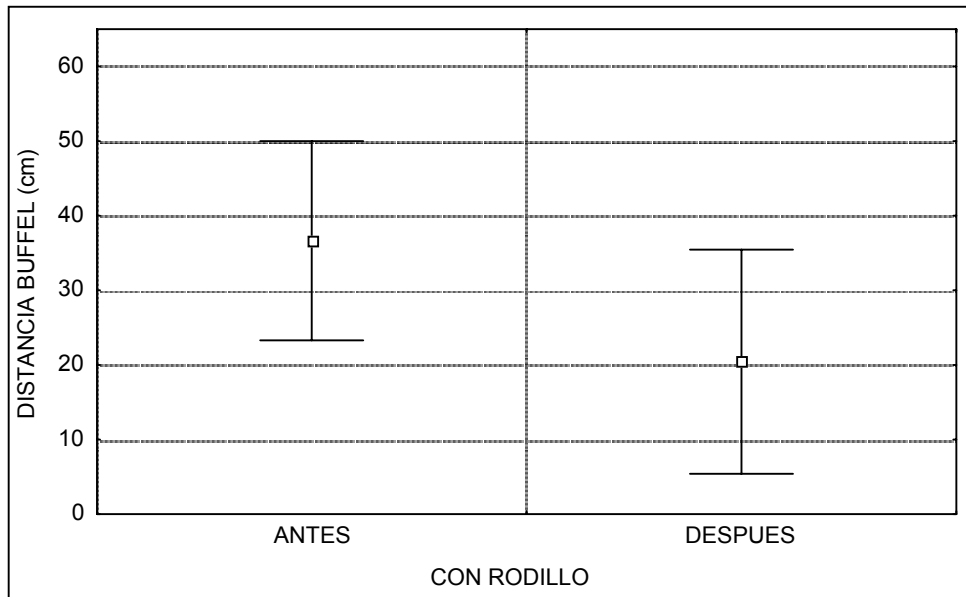


Figura 6. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la distancia entre plantas para zacate buffel.

de 24.27 cm también con relación al tiempo de después. En el Tratamiento (SR) las plantas herbáceas son anuales y por lo tanto al realizar el experimento no se encontraron plantas; con relación al tiempo después en este tratamiento hubo germinación de plantas nuevas de forma natural y en el Tratamiento (CR) hubo una germinación de plantas por la acción mecánica del rodillo sobre el suelo, emergencia y dejando establecimiento de buenas condiciones para su eclosión, por lo tanto, esto mejora de igual forma la densidad, la cobertura vegetal del área. (Figuras 7,8 y 9.) El tratamiento CR es mejor ya que la distancia es menos que el Tratamiento SR. En el tiempo antes no se presento ninguna planta por lo tanto después si hubo germinación de plantas y se estableció una distancia favorable.

Cobertura basal

La cobertura basal de los individuos de *Cenchrus ciliaris* L. se vio mejorada significativamente ($p \leq 0.01$) (anexo 4) por el efecto de los tratamientos antes y después de aplicarlos. Cuadro 4

Como se ve, la cobertura basal se incrementa después en los 2 tratamientos, en el Tratamiento (SR) se aprecia un ligero cambio de 3.95% de incremento de la cobertura esto al igual que la densidad y la distancia entre plantas es de manera natural y en el Tratamiento (CR), la cobertura basal se ve incrementada hasta en un 10.61% a causa de la inclusión del rodillo ejerciendo una acción mecánica sobre el suelo. Esto concuerda con lo establecido por Morton *et al.*, (1990), quien al causar un disturbio por medios mecánicos sé

CUADRO 4. Efecto del rodillo rehabilitador sobre la cobertura basal del buffel.

COBERTURA BASAL

TRATAMIENTO	A	D	CAMBIO*
	-----	% -----	
SR	30.12	34.07	3.94
CR	22.79	33.40	10.70

SR = Sin Rodillo

CR = Con Rodillo

A = Antes

D = Después

* El Cambio es la diferencia de los tiempo Antes y Después

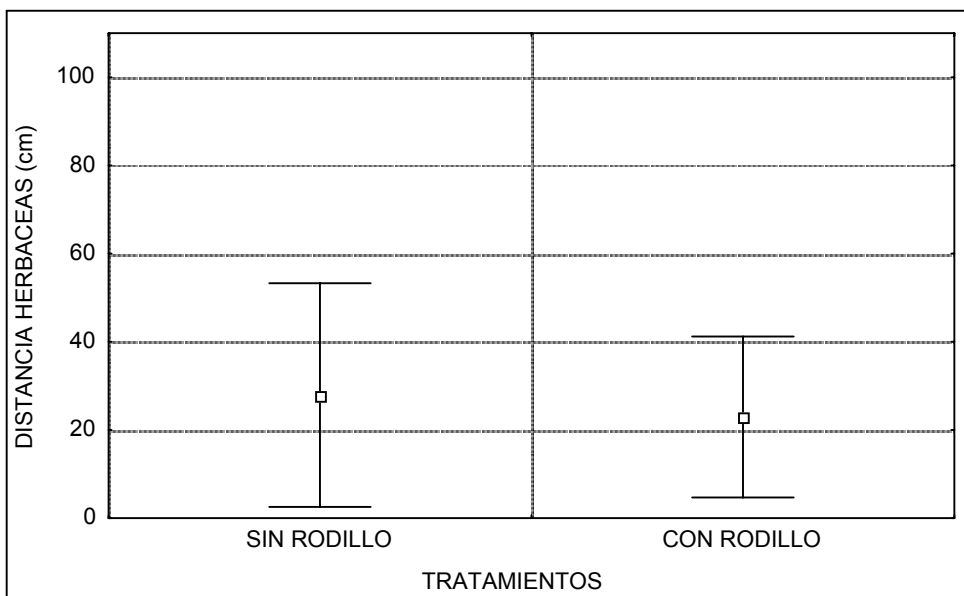


Figura 7. Relación entre los tratamientos (Sin rodillo) (Con rodillo) con la distancia entre plantas para herbaceas.

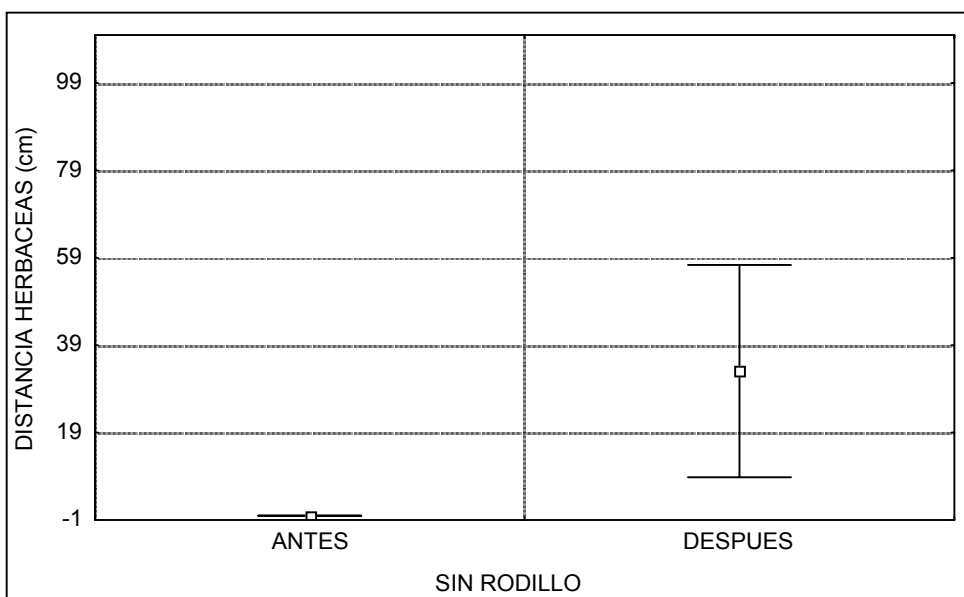


Figura 8. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la distancia entre plantas para herbaceas.

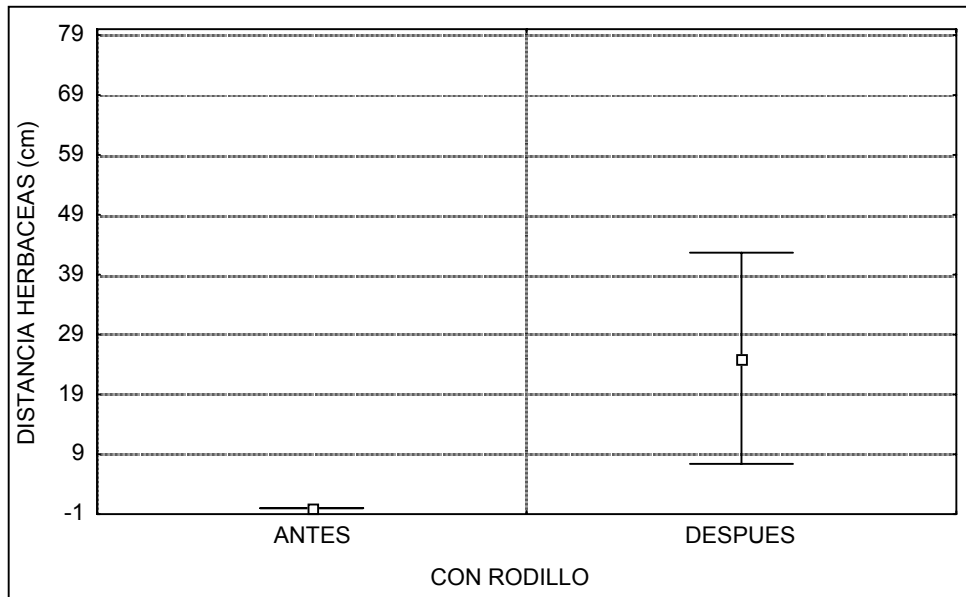


Figura 9. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la distancia entre plantas para herbáceas.

observa un impacto en el pastizal. Como se ve en el cuadro 3 la diferencia entre ambos tratamiento es de 6.75; es decir existe un incremento en la cobertura vegetal disminuyendo en consecuencia el suelo desnudo. (En las figuras 10, 11 y 12) se muestra que el tratamiento CR tuvo menos cobertura que el SR.

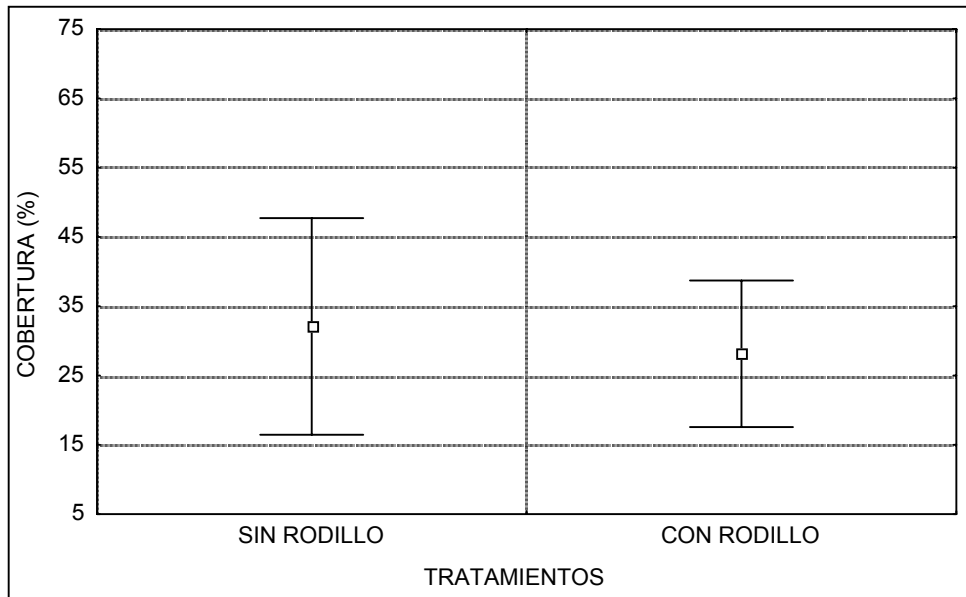


Figura 10. Relación entre los tratamientos (Sin rodillo) (Con rodillo) con la cobertura basal del buffel.

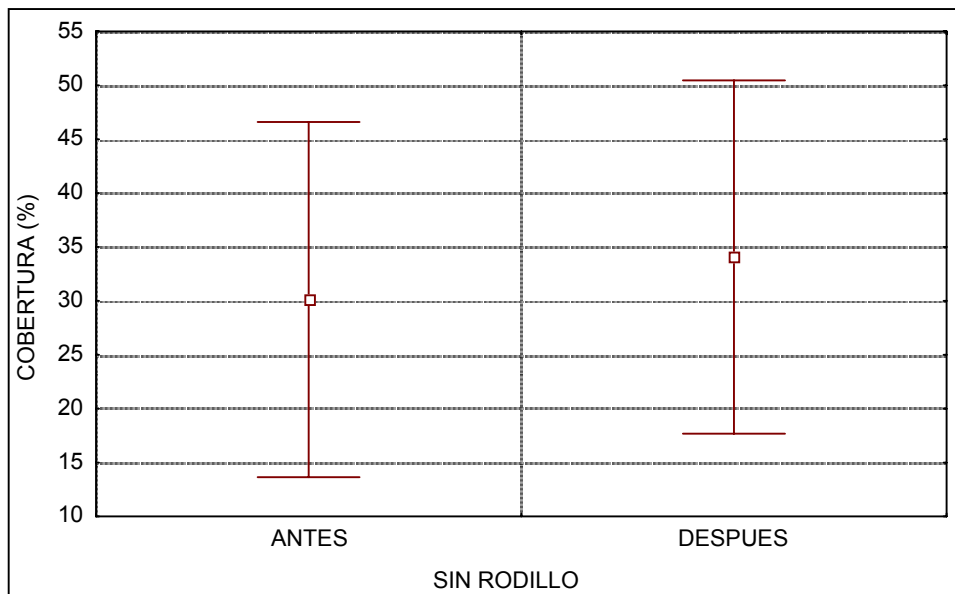


Figura 11. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la cobertura basal del buffel.

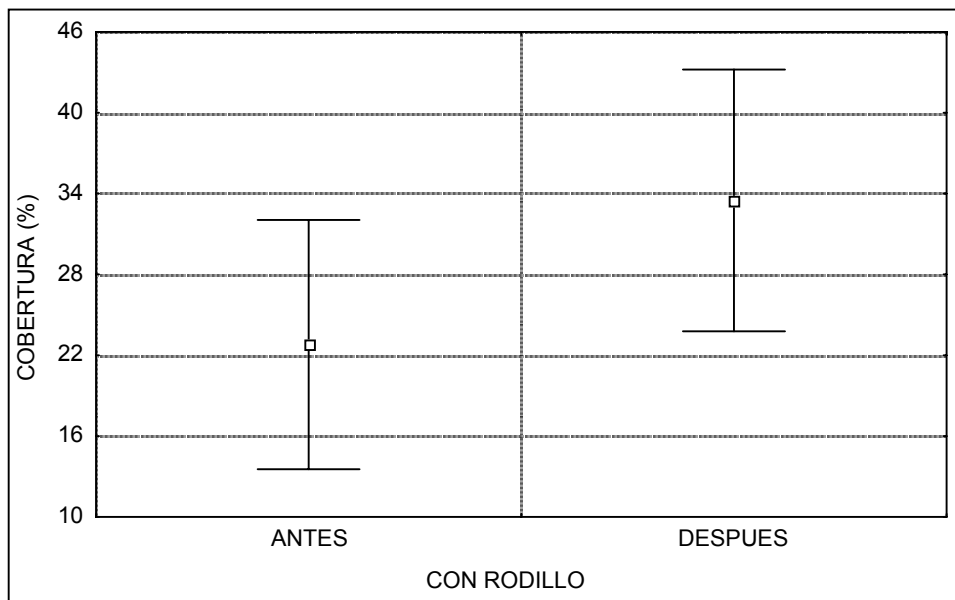


Figura 12. Relación de los tiempos (antes y después) de un tratamiento con la cobertura basal del buffel.

CONCLUSIONES

El rodillo rehabilitador muestra efectos positivos en la densidad, distancia entre plantas y cobertura basal en praderas de buffel degradada.

El rodillo rehabilitador incrementa hasta una densidad de 10.6 ind/m^2 en él (buffel) siendo mayor que el proceso natural de revegetación con 4.0 ind/m^2 . Siendo de la misma magnitud para las herbáceas.

De igual manera, con el rodillo rehabilitador se disminuye la distancia entre plantas para él (buffel) 17.28 cm y para (herbáceas) 24.27 cm siendo mayor que el proceso natural para (buffel) 5.9 cm y para (herbáceas) este proceso fue mayor 49.9 cm ya que se entiende que este tipo de herbáceas es anual y coincidió con las fechas de germinación natural.

El rodillo rehabilitador incrementa la cobertura basal del (buffel) hasta en un 10.70% siendo mayor que el proceso natural 3.95%

LITERATURA CITADA

- Ayersa, H.R. 1981. El Buffelgrass: Utilidad y manejo de una promisorio Gramínea. Editorial Hemisferio Sur, S.A., Buenos Aires Argentina. 139 p.
- Aguirre, M.R. 1994. Condición actual de las praderas de zacate buffel en el Estado de Sonora. Conferencia presentada en el Simposio Internacional sobre Zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Bashaw, E.C. 1985. Buffelgrass origins, p. 6-8. In: Runge E.C.A. and J.L. Schuster (eds.), Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station, TX.
- Cavaye, J. 1991. The buffel book. a guide to buffelgrass pasture development in Queensland. Qld. Dep. of Primary Industries. Brisbane, Australia. 43 p.
- Cavaye, J.M. 1988, Buffelgrass basics. Qld. Agr. J. 13:69-72.
- Cota, A. y D. Johnson. 1975. Adaptación y producción de diez zacates perennes en Sonora. Boletín Pastizales CI-MP-001. Chihuahua, Chih. Mex.
- Cox, J.R., M.H. Martín-R, F.A. Ibarra-F., J.H. Fourie, N.F.G. Rethman and D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African Grasses. J. Range Manage. 41:127-139.
- Cox, J.R. 1991. El zacate buffel: Historia y establecimiento, un acercamiento internacional para seleccionar sitios de siembra e implicaciones en la agricultura del futuro, p. 60-66. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposio Internacional. Séptimo congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps., México.
- Cox, J. R. y Martín, H. M. 1984. Effects of planting depth and soil texture on the emergence of four lovegrasses. J. Range Manage. 37: 204-205.
- Curtis and Curtis, Inc. 1989. Southwest plants. Curtis & Curtis Inc. A Division of Genesis Inc. USA. p. 59-60.
- Donaldson, C.H. 1992. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* cv. Molopo). farming in South Africa. Pretoria, Republic of South Africa. p. 1-7.

- De León, G.R. 1977. Zacate buffel: Algunas consideraciones técnicas para la producción de semilla. PRONASE, SARH, México. 35 pp.
- Everson, C. 1988. Buffelgrass in western Queensland. Farm Note PM8801002. Queensland, Australia. 5 pp.
- Hatch, S.L. y M.A. Hussey 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejorar genética del zacate buffel y especies afines, p. 3-13. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México.
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass-A Brief History, p. 1-5 In: Runge E.C.A. and J.L. Schuster (eds.), Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station, TX.
- Humphreys, L.R. 1967. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) in australia. Trp. Grassl. 1:123-134.
- Hurtado, A.A. 1992. Comunicación personal.
- Ibarra, A. F-F., Cox, J. R. , Martín, H. M. Crowl, A. T. Y Call, A. C. 1995. Predicting buffelgrass survival across a geographical and environmental gradient. J. Range Manage. 48: 53-59.
- Ibarra, F.F., M.H. Martín y M.F. Silva. 1987. ¿Qué es un sistema de pastoreo? Bol. Rancho. Vol. 5 No. 33. PATROCIPES=SARH-GOB. EDO.SON.-UGRS.
- Ibarra, F.F.A., M. Martín R. y M. Silva O. 1989. No tire mas semilla de buffel de la debida. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 19:2-4.
- Ibarra, F.F., J.R. Cox y M. Martín, R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas, p. 14-28. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales, SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps, México.
- Ibarra-F.F.A., 1994. A comparison of climatic and edaphic conditions at buffelgrass seeding sites in north America and at seed collection sites in Africa. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah. 109 pp.

- Ibarra, F.F., M. Martín R., y J. R. Cox. 1994. Influencia del clima y suelo sobre el establecimiento y persistencia del zacate buffel. Conferencia presentada en el Simposio Internacional sobre zacate buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Ibarra, F.F. 1990. Importancia de los sistemas de pastoreo. memorias de los Festejos Conmemorativos del 21 Aniversario del CIPES. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH, GOB. EDO. SON., UGRS. Hermosillo, Son.
- Ibarra, F.F.A. 1990. Logros de la investigación del CIPES en 20 años en las áreas de manejo de pastizales, nutrición en agostadero y forrajes de riego. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 30:4-18.
- Johnson, G.D. 1991. Las praderas de temporal y el manejo de los recursos naturales del agostadero. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 32:13-15.
- Martín, H. M. Cox, J. R. Y Ibarra F. F. 1955. Climatic effectson buffelgrass productivity in the Sonoran desert. J. Range Manage. 48: 60-63
- Martín, R.M. 1991. Manejo integral de praderas de zacate buffel y su importancia en los agostaderos. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 32:23-25.
- Morton, H. L, Ibarra, F. A, Martin, H. M, Cox, J. R. 1990. Creosotebush control and forage production in the Chihuahuan and Sonoran Desert. J. Range Manage. 43: 43-48.
- Navarro, C.A. 1988. Áreas en el estado de Sonora con potencial para praderas de temporal. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 18:18-23.
- Pandeya, S.C., and H, Lieth. 1993. Ecology of Cenchrus grass complex. Environmental conditions and population differences in Western India. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, The Netherlands.
- Paull, C.J. and G.R. Lee. 1978. Buffelgrass in Queensland Advisory Leaflet No. 1447. División of Plant Industry. Dep. of Primary Industries. Queensland, Australia. 20 pp'
- Silcock, R.G. and F.T. Smith. 1990. Viable seed retention under field conditions by western Queensland pasture species. Trop. Grassl. 24:65-74.

White, L.D. and C. Richardson. 1991. How much forage do you have? Tex. Agr. Ext. Ser. B-1646. College Station, TX.

Wilson, R.G. 1964. Ploughing buffel seedbeds on hard soils. Qld. Agr. J. 90:286-288.

Wilson, R.G. 1961. Sowing pastures in south-west Queensland. Qld. Agr. J. 87:214-224.

Winkworth, R.E. 1971. Longevity of buffelgrass seed sown in an arid Australian range. J. Range Manage. 24:141-145.

Winkworth, R.E. 1963. The germination of buffelgrass seed after burial in a central Australian soil. Aust. J. Exp. Agr. anim. Husb. 3:326-328.

SAGARPA. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2000. México 2002. dirección electrónica.

<http://www.inegi.gob.mx/difusion/cgis/cgibarra.cgi?base=http://www.inegi.gob.mx/entidades/espanol/tentidades.html&arriba=tentidades.html&izquierda=coa/lcoa.html&informa=coa/coa.html>

http://www.amnsa.com/amnsa/rodillo_rehabilitador_de_pradera.htm.

ANEXOS

ANEXO 1. Calculo de la χ^2 cuadrada o tabla (2 x 2)

DENSIDAD

	SR	CR	
A	1.7096	2.758	/ 4.4676
D	<u>2.388</u>	<u>3.534</u>	/ <u>5.922</u>
	4.0996	6.292	10.3896

ad = 6.041
bc = 6.586

K = 114.7027

$$X^2 = n([ad - bc] - n/2)^2 / K$$

$$\begin{aligned} X^2 &= 10.3896 ([6.041 - 6.586] - 10.3896/2)^2 / 114.7027 \\ X^2 &= 10.3896 (.545 - 5.1948)^2 / 114.7027 \\ X^2 &= 10.3896 (21.6206) / 114.7027 \end{aligned}$$

$$X^2 = 1.958 / > 0.00016$$

Al 99% de probabilidad $X^2_{.99 (1)} = 0.00016$

ANEXO 2 Calculo de la χ^2 cuadrada o tabla (2 x 2)

DISTANCIA ENTRE PLANTAS (BUFFEL)

	SR	CR	
A	73.38	37.461	/ 110.84
D	<u>67.48</u>	<u>20.181</u>	/ <u>87.66</u>
	140.86	57.64	198.5

$$ad = 1480.80$$

$$bc = 2527.80$$

$$K = 12516.2676$$

$$X^2 = n([ad - bc] - n/2)^2 / K$$

$$X^2 = 198.5 ([1480.80 - 2527.80] - 198.5/2)^2 / 12516.2676$$

$$X^2 = 198.5 (1047 - 99.25)^2 / 12516.2676$$

$$X^2 = 198.5 (898230.0625) / 12516.2676$$

$$X^2 = 14242.18 > 0.00016$$

Al 99% de probabilidad $X^2_{.99 (1)} = 0.00016$

ANEXO 3 Calculo de la χ^2 cuadrada o tabla (2 x 2)

DISTANCIA ENTRE PLANTAS (HERBACEAS)

A	1.414	1.414	/ 1.999
D	<u>49.9</u>	<u>24.27</u>	/ <u>74.17</u>
	51.314	25.684	76.998

$$ad = 34.31$$

$$bc = 70.55$$

$$K = 194526.99 = 0$$

$$X^2 = n([ad - bc] - n/2)^2 / K$$

$$X^2 = 76.998 ([34.31 - 70.55] - 76.998/2)^2 / 194,526.99$$

$$X^2 = 76.998 (36.24 - 38.999)^2 / 194,526.99$$

$$X^2 = 76.998 (5.103) / 194,526.99$$

$$X^2 = .00201 / > 0.00016$$

Al 99% de probabilidad $X^2 .99 (1) = 0.00016$

ANEXO 4. Calculo de la χ^2 cuadrada o tabla (2 x 2)

DISTANCIA ENTRE PLANTAS (BUFFEL)

	SR	CR	
A	30.12	22.79	/ 52.91
D	<u>34.07</u>	<u>33.40</u>	/ <u>67.47</u>
	64.19	56.19	120.38

$$ad = 1006.00$$

$$bc = 776.45$$

$$K = 128,75,819.49$$

$$X^2 = n([ad - bc] - n/2)^2 / K$$

$$X^2 = 120.38([1006 - 776.45] - 120.38/2)^2 / 128,75,819.49$$

$$X^2 = 120.38 ([229.55] - 60.19)^2 / 128,75,819.49$$

$$X^2 = 120.38 (28662.8096) / 128,75,819.49$$

$$X^2 = .2679 > 0.00016$$

Al 99% de probabilidad $X^2 .99 (1) = 0.00016$