

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



**Efecto de la aplicación del rodillo aerador en los pastizales degradados del
norte de Coahuila.**

Por:

JOSÉ ALEJANDRO OLVERA VELÁZQUEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**Efecto de la aplicación del rodillo aereador en los pastizales degradados del
norte de Coahuila.**

POR:

JOSE ALEJANDRO OLVERA VELAZQUEZ

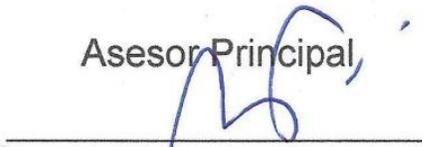
TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

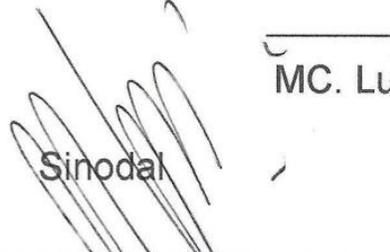
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

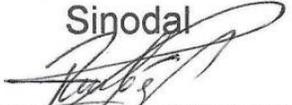
Asesor Principal,

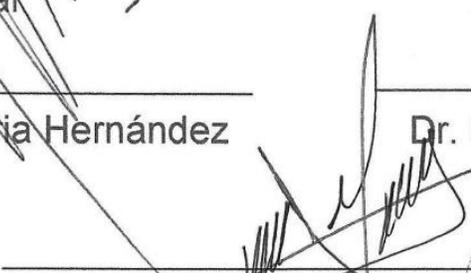

MC. Luis Pérez Romero

Sinodal


Ing. Gilberto Gloria Hernández

Sinodal


Dr. Rubén López Cervantes


Dr. José Duñez Alanis

Jefe de la Coordinación de la División Ciencia Animal

COORDINACIÓN DE CIENCIA
ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Mayo del 2016.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS, porque a pesar de las dificultades y obstáculos que se presentaron en este camino profesional siempre estuvo conmigo y de la mano me llevo por el mejor camino para poder superarlas y entender muchas de las cosas que a veces no entendía, muchas gracias Dios padre por haberme dado la habilidad para llegar a este éxito y que sé que siempre podré contar contigo incondicionalmente y muchas gracias por estar conmigo en todo momento.

A MIS PADRES porque gracias a su esfuerzo y muchas veces sacrificios ha sido posible poder completar esta meta en mi vida, gracias por sus valiosos consejos pues supieron llevarme siempre por el buen camino y ser alguien de bien y más que nada ser como soy ahora, gracias por darme la vida y contar siempre incondicionalmente con su apoyo, siempre están en mi corazón, gracias Dios por ponerme en estas manos, este logro no solo es mío si no también de ellos, Dios me los bendiga siempre, ¡nunca se me acaben padres!

A MIS HERMANOS porque me siento orgulloso de ser un ejemplo para ellos y que ellos siempre me escuchen y sigan los consejos que yo les comparto, sé que un día los veré como yo, los quiero mucho.

A MARIA CONCEPCION ALVARADO VASQUESY RUBI AGLAI MARTINEZ ALVARADO por brindarme su apoyo siempre incondicional y sentirme como mi segundo hogar, muchas gracias por todo, son parte importante de este logro en mi vida, siempre las recordare, gracias a Dios por haberlas puesto en mi camino.

Agradezco A Mi Alma Terra Mater, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por brindar de sus excelentes profesores y académicos que para mi son los mejores del mundo, por todas las experiencias y aprendizajes que hay en ella y sobre todo por existir, gracias a ella soy lo que soy ahora, siempre la llevare en un lugar **en mi corazón pues es una de las mejores experiencias que he tenido en mi vida y que no cambiaría por nada en este mundo.**

Al MC. Luís Pérez Romero por su amabilidad, buena disposición, paciencia, por el tiempo que me dedico la asesoría para la realización del presente trabajo y por su amistad.

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la vida, fuerza y todo lo necesario para poder seguir en este camino que sé que aquí no termina pues apenas comienza y que seguirás conmigo, gracias.

A ti Madre Alejandra Velázquez Reyes.

Por haberme dado la oportunidad de existir y de educarme de la mejor manera, por tu cariño y tus palabras que siempre supe que eran palabras de bien, por procurarme y pensar siempre en mí, esto es para ti, gracias por estar conmigo.

A ti Padre José Olvera Sánchez.

Que siempre me entendiste y apoyaste, por tu paciencia y tus enseñanzas, por ser un modelo a seguir y por tu esfuerzo y sacrificio para poder salir adelante todos como familia. Gracias padre.

A mis Hermanos

Porque espero que esto sea de un ejemplo para que se den cuenta que es posible lograrlo y que nunca se me rindan en la vida aunque a veces parezca difícil.

A mi abuela Evelia Reyes Ramírez

Que siempre estuvo al pendiente de mí y siempre me mando su afecto y cariño y que siempre fueron bien recibidos, abuela te quiero mucho.

A mis Abuelos María Consuelo Sánchez Ajís y José Elpidio Olvera

A mis maestros.

Por todas sus enseñanzas y por todas sus experiencias, pues gracias a ello tengo entendido como debe actuar un profesionista y que me encantaría algún día ser como ustedes.

I. CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	2
LITERATURA REVISADA.....	3
Descripción del Rodillo Aereador	4
Tipos de Rodillo Aereador	5
Recuperación del Pastizal o Agostadero	6
Descripción General	6
Establecimiento de zacate buffel	6
Tipo de suelos en que se establece	7
MATERIALES Y METODOS	8
Aplicación del Tratamiento	10
Variables de Respuesta.	12
Producción de forraje.	12
Cobertura del suelo.	12
Análisis Estadístico.	13
RESULTADOS	14
Producción de Forraje	14
Cobertura Vegetal.	16
Cobertura en arbustivas.	16
Cobertura de gramíneas.	17
Cobertura de mantillo.	18
Suelo desnudo.	18
Análisis del Suelo.	19
Materia orgánica (MO).	19
Carbón orgánico.	20
Acidos fúlvicos.	22
DISCUSIÓN	24
CONCLUSION.....	27
RESUMEN	28
LITERATURA CITADA	29

II. INDICE DE CUADROS

Pág

Cuadro 1. Análisis de varianza para el efecto del rodillo aereador sobre la producción de forraje en el pastizal degradado.	14
Cuadro 2. Comparación de medias de la producción de forraje bajo el efecto de la aplicación del rodillo aereador en el pastizal degradado.	15
Cuadro 3. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo en el pastizal degradado.	16
Cuadro 4. Efecto del rodillo aereador sobre la cobertura vegetal de arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo, en el pastizal degradado.	17
Cuadro 5. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Materia Orgánica en el pastizal degradado.	19
Cuadro 6. Porcentaje de Materia Orgánica a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.	20
Cuadro 7. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Carbón Orgánico en el pastizal degradado.	21
Cuadro 8. Comparación de medias para Carbón Orgánico a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.	21
Cuadro 9. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Ácidos Fúlvicos en el pastizal degradado.	22
Cuadro 10. Comparación de medias para Acidos Fúlvicos a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.	23

III. INDICE DE FIGURAS

Pág

<i>Figura 1. Localización del Ejido Guadalupe Victoria.</i>	8
<i>Figura 2. Localización del área en donde se aplico el Rodillo aereador y sembro zacate buffel</i>	9
<i>Figura 3. Localización de la hidrología del lugar donde se aplicó el Rodillo aereador y sembró zacate buffel.</i>	9
<i>Figura 4. Paso del rodillo aereador creando cuencas o sitios de germinación.</i>	10
<i>Figura 5. Sitio de prueba testigo en donde no se realizó ninguna practica de mejoramiento.</i>	10
<i>Figura 6. Siembra de semilla de zacate buffel sobre el sitio donde se aplicó el rodillo aereador.</i>	11
<i>Figura 7. Método de línea de Canfield para determinar la cobertura vegetal en ambos sitios.</i>	12
<i>Figura 8. Comparación de medias de la producción de forraje bajo el efecto de la aplicación del rodillo aereador en el pastizal degradado.</i>	15
<i>Figura 9. Efecto del rodillo aereador sobre la cobertura vegetal de arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo, en el pastizal degradado.</i>	17
<i>Figura 10. Comparación de medias para Materia Orgánica a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.</i>	20
<i>Figura 11. Comparación de medias para Carbón Orgánico a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.</i>	21
<i>Figura 12. Comparación de medias para Acidos Fúlvicos a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.</i>	23

INTRODUCCION

El hombre a través de la historia ha utilizado y modificado los diferentes ecosistemas en los que se ha desarrollado para asegurar su supervivencia, logrando en muchos de estos casos el deterioro y pérdida de funcionalidad de los mismos. Algunos de estos ecosistemas jamás se recuperan debido a la pérdida del componente más importante, el suelo. (Berlanga, 2009).

En México SEMARNAT (2002), establece que el 42% del territorio tiene riesgo de pérdida de suelo mayor a 200 ton/ha/año y particularmente en Coahuila el 32% de su superficie es afectada por erosión clasificada de ligera a muy severa. Lo anterior se ve reflejado en suelos con baja capacidad de infiltración y escasa cobertura vegetal.

La precipitación en esta región es escasa, sin embargo, cuando ello ocurre suele ser de forma torrencial en muchas de las ocasiones, provocando que los escurrimientos superficiales sean fuertes, sobre todo en suelos degradados que presentan escasa o total falta de cobertura vegetal. La mala condición de estos pastizales conlleva a que se presente poca o baja disponibilidad de forraje para la alimentación del ganado.

Por esta razón es necesario mejorar tanto la condición del suelo como la cobertura vegetal en los pastizales. Para realizar un mejoramiento de estos existen básicamente dos vías: una es la manipulación física de la superficie del suelo (métodos mecánicos) y la segunda es a través del manejo, aplicando tecnología de manejo de pastizales. (Berlanga, 2009).

Considerando que la presencia de plantas de pastizales deseables sea deficiente, para aplicar la rehabilitación de pastizales se ha popularizado o utilizado el rodillo aireador dando buenos resultados dejando esponjosos el suelo para retener más agua lo cual afecta de manera considerable el crecimiento de las plantas y causando suelos con lunares sin cobertura vegetal permitiendo el desarrollo de plantas indeseables como lo son las arbustivas invasoras, aireación del suelo, descompactación del suelo ya que como sabemos a medida que el suelo se va

compactando tiende a perder su capacidad para retener agua, hacer cama para semilla y controlar arbustos sin afectar los zacates existentes..

El uso de este implemento ha permitido la recuperación de pastizales degradados aun sin la siembra de pastos, induciendo la reaparición de especies nativas en base al banco de semillas existentes en el suelo. Se ha convertido en un rehabilitador para los pastizales y superficies de apacentamiento.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es calificar el efecto que ocasiona la aplicación del rodillo aereador sobre los agostaderos degradado para posteriormente compararlos con un agostadero donde no se aplicó el rodillo aereador y así poder evaluar diferentes variables de respuesta tanto en el suelo como en el pastizal.

LITERATURA REVISADA

México cuenta con una superficie territorial de 1.96 millones de kilómetros cuadrados aproximadamente de los cuales el 49% de la superficie total son representadas por zonas áridas y semiáridas. Dentro de esta superficie se encuentran recursos naturales como lo son: la flora, la fauna silvestre, agua y suelo. Los cuales son de suma importancia para poder llevar a cabo el desarrollo de actividades primarias y secundarias y que deberían de ser explotados de forma sustentable y sostenible en todos los esquemas de producción existentes como son bovinas, ovinas, caprinas y cinegéticas. (Ibarra-Flores, 1999).

El manejo inadecuado y sobrexplotación de las tierras de pastoreo conjuntamente con las prolongadas y recurrentes sequias de los últimos años, heladas severas, desmonte y tala inmoderada, fuegos accidentales, sobrepastoreo y urbanización, entre otros, ha causado transformaciones drásticas en la vegetación de agostaderos propiciando una disminución de su potencial forrajero, pérdida de su capacidad de retención de humedad e infiltración del agua hacia los mantos freáticos y una disminución considerable de los nutrientes del suelo.(Ibarra Flores, 1999).

El uso deficiente y adopción de tecnologías dentro del sector pecuario, ha traído como consecuencia que un importante sector pecuario enfrente una baja productividad, reducida rentabilidad y problemas de baja comercialización, por lo que es necesario impulsar el uso de las tecnologías aplicables de acuerdo a las condiciones de la región. (Ibarra Flores, 1999).

Se ha demostrado que un agostadero bien manejado puede mantenerse sin necesidad de medidas de control y recuperación de tipo mecánico. Sin embargo los pastizales o agostaderos deteriorados deben ser recuperados mediante la inversión de recursos económicos y naturales para acelerar el proceso de regeneración. (Hudson, 1971).

No obstante es necesario controlar el pastoreo para evitar el deterioro de los agostaderos (Morley, 1974). Ya que conjuntamente con esto se optimiza la utilidad

económica, se minimiza el estrés del animal por falta de alimento, se utiliza de manera sostenible el ecosistema y permite la diversidad de especies vegetales.

El uso del rodillo aereador es recomendable en los terrenos dedicados al pastizal y se utiliza con el objetivo de mejorar la estructura del suelo y reducir la cantidad de plantas arbustivas de diferentes especies. El paso del rodillo aereador incrementa la materia orgánica del suelo que proviene de residuos vegetales provenientes de los tallos, hojas y ramas de plantas y herbáceas, ayudando a proteger la superficie del suelo y con ello evitar la erosión y mejorando la retención de humedad. (INIFAP, et. al., 2015).

Las ventajas del uso del rodillo aereador para la recuperación de los agostaderos son: la reducción de la compactación del suelo, incremento de retención de humedad, reducción de la erosión hídrica y eólica, incorporación de materia orgánica, humus y nitrógeno, disminución del número de arbustos de varias especies, incremento de la cobertura basal del suelo con pastos y aumento de la productividad de forraje (INIFAP, et. al., 2015).

Sin embargo la utilización del rodillo aereador también tiene desventajas como la necesidad de invertir para adquirir el equipo, se debe utilizar después de épocas de vientos y antes de lluvias para la proliferación de pastos, altos costos de operación y mantenimiento, al mismo tiempo que disminuye la existencia de plantas arbustivas genera un impacto negativo en el ecosistema, el uso de pendientes pronunciadas causa pérdidas de suelo, entre otras. (INIFAP, et. al., 2015).

Descripción del Rodillo Aereador

El rodillo aereador es un cilindro metálico pesado con dientes o cuchillas soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo para lograr una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que este diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez. El implemento es enganchado a su vez por un buldócer y es rodado sobre la superficie del terreno que

se desea rehabilitar, este puede ser rodado sin carga pero es preferible llenarlo con agua y condicionarlo con peso extra para poder lograr una mayor penetración en el suelo y hacerlo en un solo paso (Erasmus Rubios Granados, 2009).

Tipos de Rodillo Aereador

Según Rubios (2009) los rodillos varían en cuanto a su diseño y peso, pero generalmente cada rodillo es de 3 metros de largo, 75 a 120 centímetros de diámetro y consta de 80 a 120 cuchillas, pesa de 3 a 6 toneladas llenos de agua y requiere entre 50 a 100 caballos de fuerza para ser jalado.

La utilización de prácticas de manejo de arbustivas, tales como el rodillo aireador, se traduce en la reducción de la cobertura aérea y la densidad de arbustivas, por lo que la vegetación herbácea tiene la posibilidad de incrementar su rendimiento mediante la reducción de la competencia con las plantas arbustivas (Stoddart, 1967; Drawe *et al.*, 1999).

El rebrote que sigue después de la remoción de la parte aérea de las plantas arbustivas, incrementa temporalmente la calidad nutricional de algunas especies arbustivas, beneficiando a varias especies de fauna silvestre (Fulbright *et al.*, 1991; Bozzo *et al.*, 1992b).

El rodillo aireador como herramienta para mejorar el hábitat de fauna silvestre mostro efectos positivos en el incremento en vegetación herbácea necesaria como alimento de dichas especies, lo cual, coadyuva a la continuidad de los procesos biológicos del ecosistema y de los especímenes que en el cohabitan. Sin embargo como se ha venido mencionando, reduce la cobertura aérea de arbustos, lo que elimina la protección necesaria para algunas especies de fauna mayor (Alvarez, 2014).

Recuperación del Pastizal o Agostadero

Una de las formas más comunes para evaluar el grado de recuperación del agostadero es mediante la medición de la cobertura y producción de materia seca. La cobertura vegetal es la cantidad de suelo cubierto por la proyección vertical de las plantas de pasto (Sarmiento et al; 2000). Conjuntamente con la utilización del método de la línea de Canfield método lineal que consiste en trazar una línea recta (transecto) mediante el uso de una cinta métrica (Canfield, 1941).

Descripción General

El zacate Buffel es una planta perenne, amacollada, de crecimiento durante casi todo el año, de raíces fibrosas y profundas, con presencia de rizomas en algunas variedades, hojas alargadas de color verde claro a verde azulado, con tallos a menudo ramificados que presentan altura variable que fluctúa de 15 a 120 cm. La flor es una panícula compacta, de color púrpura o café claro, de 2.5 a 12 cm de largo, cuyas semillas o involucros contienen de 2 a 5 espiguillas cubiertas de “barbas” como erizo o cerdas.

Establecimiento de zacate buffel

Los zacates, son gramíneas con una amplia variedad de características morfológicas y fisiológicas. Se encuentran ampliamente difundidas por todo el mundo, con la característica principal de rendir más cantidad de materia seca por hectarea que cualquier otro tipo de forraje (García-Castillo, 1995).

El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es originario de Africa, y que fue introducido a México y sur de Texas en los años 50, revolucionando la ganadería extensiva debido a su productividad forrajera, logrando incrementar la carga animal (Hanselka, 1985).

La producción ganadera en los pastizales nativos e introducidos, depende de la calidad y cantidad de forraje disponible (Villalobos, et al., 2000). Muchos de los forrajes disponibles en el agostadero no dan buenos resultados cuando se emplean como única fuente de proteínas para bovinos (Morrison, et al., 1977).

Se han reportado para el zacate buffel valores de digestibilidad *in Vitro* de la materia seca entre 46 – 60% así como contenido de proteína cruda y dependiendo de la madurez de la planta, de 19% en crecimiento activo, 11% en formación de espigas, 8% en periodo de madurez vegetativa y 2 a 4% de madurez en sequía (Hussey y Bashaw, 1985; Woodward, 1980; Martín y Ibarra, 1995).

El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) se ha utilizado como una alternativa para aliviar el sobrepastoreo y aumentar la productividad del pie de cría bovino en diversos estados de la república mexicana. Esto debido principalmente a la gran resistencia que presenta durante las sequías, así como también al pastoreo y a su alta producción forrajera y nutricional (Cajal, et al; 1984).

Tipo de suelos en que se establece

Los mejores suelos para la siembra del zacate buffel que se adapta a un amplio rango de tipos de suelo, pero los ideales para su establecimiento son: los suelos de textura franca, franco-arenosa y franco-arcillosa, y los de buen drenaje. Los suelos ligeramente alcalinos le son más favorables que los ligeramente ácidos. También crece aceptablemente en suelos de lomerío con o sin afloramientos rocosos (pedregosos).

Los factores que limitan su establecimiento son la presencia de bajas temperaturas por períodos prolongados, los suelos salinos, los suelos arenosos profundos y/o de arcilla compactada, los suelos inundables, los de lento drenaje y los suelos con alto nivel freático, ya que inhiben su establecimiento. Su siembra, depende del período de lluvias de cada región, se considera como óptimo el previo al inicio de cada temporada de lluvias, y éstos varían de una región a otra.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Ejido Guadalupe Victoria que se Encuentra a 9 km de la cabecera Municipal, Sabinas, Coahuila y se encuentra ubicado en las Coordenadas $27^{\circ} 46' 21.87''$ N y $101^{\circ} 01' 08.91''$ W.(Figura 2).

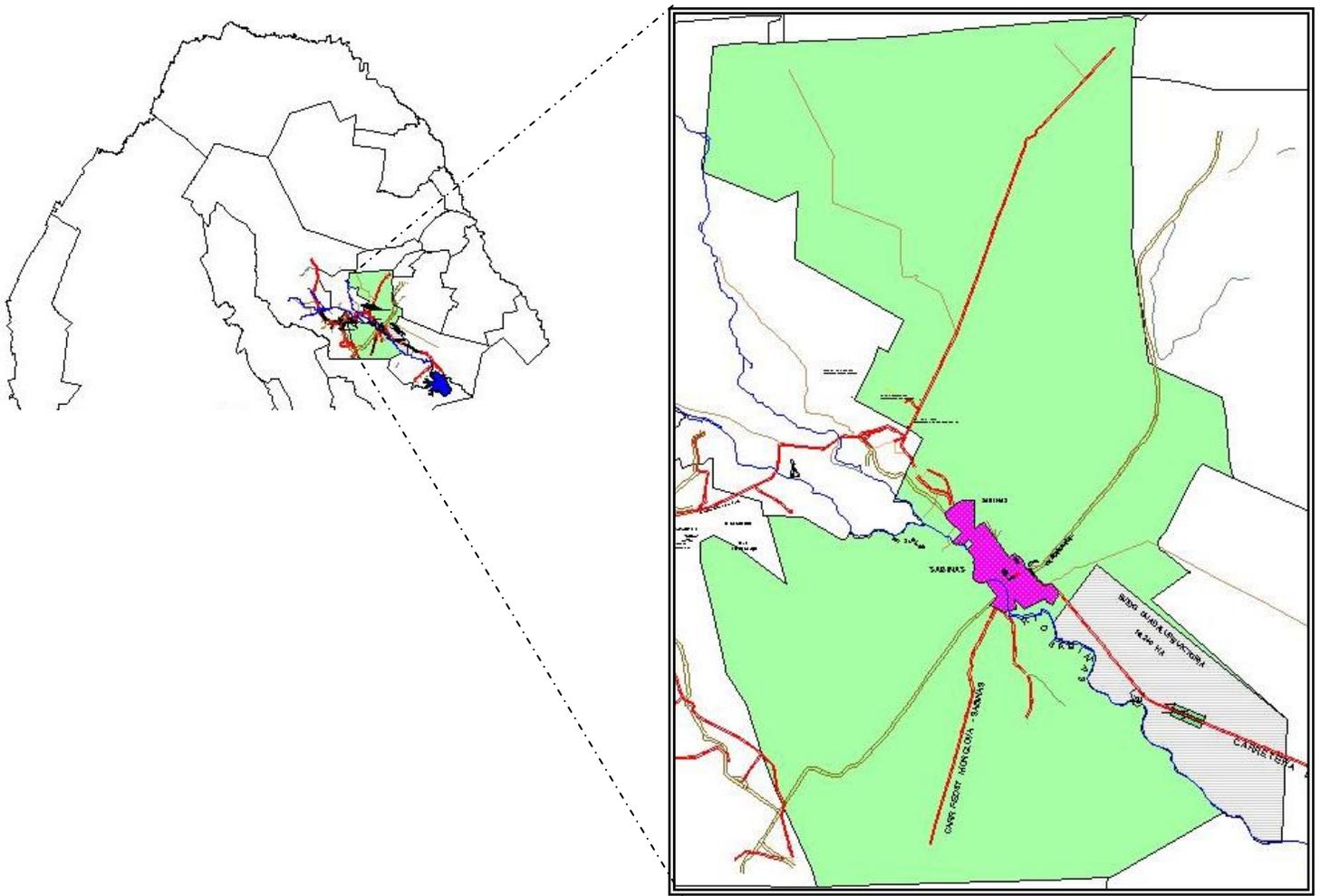


Figura 1. Localización del Ejido Guadalupe Victoria.

El área de las 150 has propuestas para el establecimiento del zacate buffel se encuentran en un suelo Aluvial,  de era geológica cuaternario con tipo de roca suelo ubicado dentro de la sub provincia de Sierras y llanuras Coahuilenses. Y podemos observar que hacia el norte y sur del área propuesta  encontramos un tipo de suelo diferente del tipo Conglomerado con roca sedimentaria. 

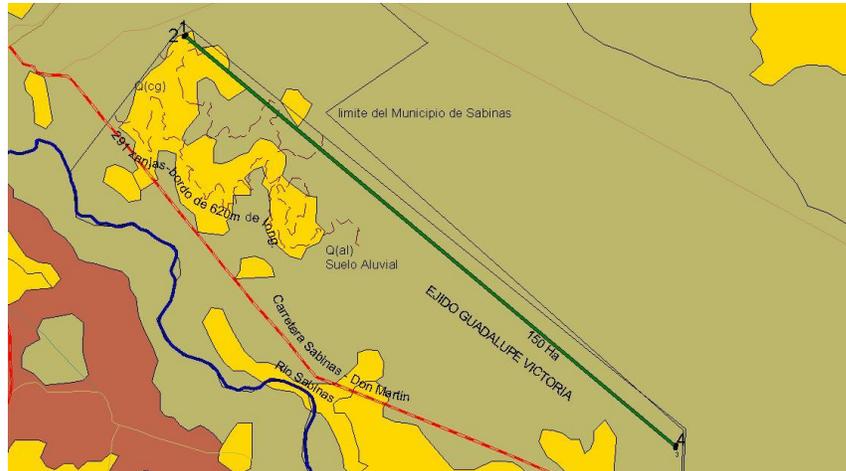


Figura 2. Localización del área en donde se aplico el Rodillo aerador y sembro zacate buffel

La hidrología del área presenta 2 vertientes de escurrimientos cuando se presentan lluvias.

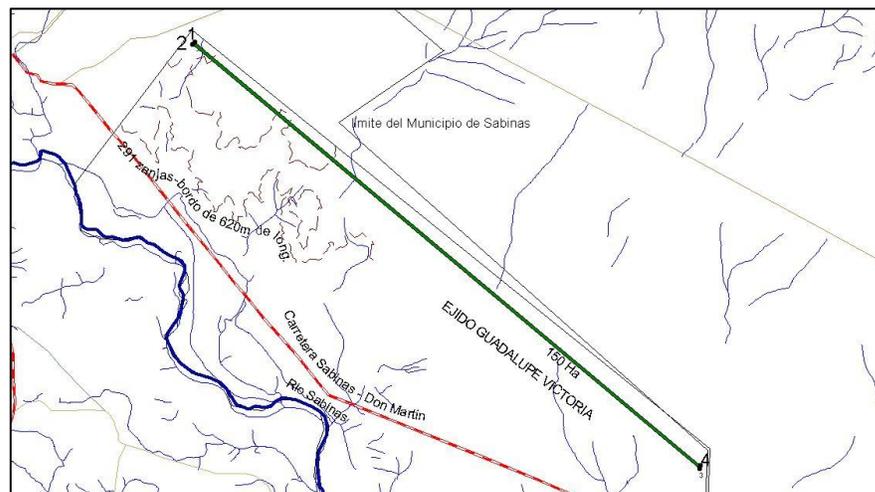


Figura 3. Localización de la hidrología del lugar donde se aplicó el Rodillo aerador y sembró zacate buffel.

Aplicación del Tratamiento

En uno de los sitios se aplicó el Rodillo Aireador en 150 ha de agostadero en franjas para que se crearan micrositios de germinación para que las semillas del zacate caiga y se desarrolle en esa superficie.

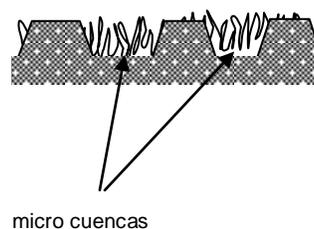


Figura 4. Paso del rodillo aereador creando cuencas o sitios de germinación.

En el otro sitio no se aplicó nada y se utilizó como muestra testigo para comparar la diferencia con el otro sitio.



Figura 5. Sitio de prueba testigo en donde no se realizó ninguna practica de mejoramiento.

En relación a los patrones de distribución de las gramíneas en ambientes con sequías estacionales, como los pastizales y matorrales en zonas áridas y semiáridas, el agua disponible en la superficie del suelo es un requisito indispensable para la germinación y establecimiento inicial de los pastos. Por ello, el establecimiento y crecimiento posterior de las plántulas de gramíneas en esos ambientes están asociados a la presencia de micro sitios generados por la acumulación de reservas de agua disponible para la planta en el suelo; estos micro sitios se forman como consecuencia de las variadas condiciones micro topográficas del suelo, como grietas, depresiones, grava superficial, acumulación de restos vegetales, proximidad de plantas vecinas, etc., es decir, donde se forman reservas hídricas del suelo, protegidas por la desecación por radiación solar directa y accesible a las plantas. Asimismo, el desarrollo vegetal está estrechamente vinculado con las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es por eso que se utilizó el rodillo aereador para picar la vegetación existente, mutilar los estolones y rizomas de pastos existentes para favorecer su amacollamiento y romper la superficie del suelo, para que ahí se acumule tanto el agua de lluvia, como la semilla del Buffel para su germinación

Una vez aplicado el rodillo aereador se Distribuyó la semilla de zacate Buffel manualmente, utilizando 10 kg por ha de Semilla.



Figura 6. Siembra de semilla de zacate buffel sobre el sitio donde se aplicó el rodillo aereador.

Variables de Respuesta.

Producción de forraje.

Se utilizaron parcelas de 1 metro cuadrado que fueron arrojadas al azar sobre la superficie tratada y la superficie no tratada para poder determinar la producción de forraje tiempo después de la aplicación del rodillo aereador.

Cobertura del suelo.

Para determinar la cobertura del suelo se utilizó el método de la línea de Canfield o método de Intersección de Línea. Consiste en la medición de plantas que son interceptadas por líneas que se tiran al azar; las líneas deben ser de la misma longitud (Canfield, 1941). Para realizarlo se utilizaron dos estacas y de una cinta métrica para así formar las líneas de 10 metros. Con la cinta métrica se mide cada planta que es interceptada por la línea; a las herbáceas se les mide cobertura basal, mientras que los árboles y arbustos la cobertura aérea. Con este método se pudo determinar los siguientes estratos de vegetación: arbustivas, gramíneas, suelo desnudo y mantillo.



Figura 7. Método de línea de Canfield para determinar la cobertura vegetal en ambos sitios.

Con el método de parcelas de 1 metro cuadrado también se determinó la cantidad de materia orgánica (MO), carbón orgánico (CO) y ácidos fúlvicos (AF).

Para determinar el por ciento de Materia Orgánica se utilizó el método de Walkley y Black (1934). Para determinar el por ciento de Carbón Orgánico se multiplicó la cantidad de Materia Orgánica por 1.72. y para determinar el por ciento de Acidos Fúlvicos se utilizó el método de López, et. al., 2006.

Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el modelo de Bloques al azar con arreglo factorial 2X2.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media General

τ_i = Efecto del tratamiento i - ésimo

β_j = Efecto del bloque j - ésimo

ϵ_{ij} = Error experimental

RESULTADOS

Producción de Forraje.

El ANVA para el efecto del rodillo aereador sobre la producción de forraje muestra una diferencia altamente significativa a una probabilidad de $P \leq 0.05$ (cuadro 1). Esto significa que la aplicación del rodillo aereador en pastizales degradados conjuntamente con la siembra de zacate buffel tiende a mostrar una producción de forraje hasta de 4333.0 kg de MS/ha. Mientras que el pastizal degradado produce únicamente 996 kg de MS/ha. (cuadro 2, figura 9).

Cuadro 1. Análisis de varianza para el efecto del rodillo aereador sobre la producción de forraje en el pastizal degradado.

Fuente	DF	Cuadrado de la Media	F. valor	Pr > F
RO	1	277888.9	8.31	0.0449
REP	4	19118.4	0.57	0.6995

Cuadro 2. Comparación de medias de la producción de forraje bajo el efecto de la aplicación del rodillo aereador en el pastizal degradado.

TRATAMIENTO	PRODUCCION DE MS kg/ha	
CON RODILLO	4333	A
SIN RODILLO	996	B

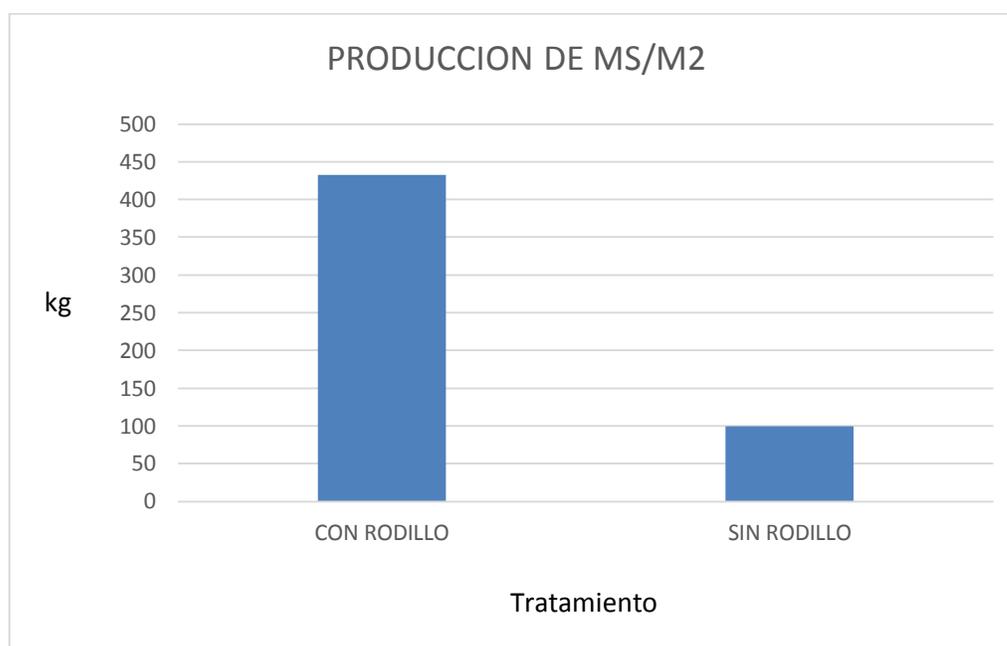


Figura 8. Comparación de medias de la producción de forraje bajo el efecto de la aplicación del rodillo aereador en el pastizal degradado.

Cobertura Vegetal.

La respuesta del suelo del pastizal degradado se analizó en función de cobertura de arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo.

Cobertura en arbustivas.

El análisis de varianza para evaluar esta variable muestra una diferencia significativa en respuesta a la aplicación del rodillo aereador a una probabilidad del $P \leq 0.05$ (cuadro 3). Como respuesta a esto se observa que el rodillo aereador reduce la cobertura arbustivas de hasta un 13.06% mientras que el sitio sin su aplicación muestra un 27.18% de cobertura de arbustivas, esto una reducción del 50% (cuadro 4, figura 9).

Cuadro 3. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo en el pastizal degradado.

ARBUSTIVAS				
fuelle	df	cuadrado de la media	F. valor	Pr > F
RO	1	0.20737051	11.65	0.0077
REP	9	0.01099783	0.62	0.758
GRAMINEAS				
RO	1	1.15005789	116.07	< .0001
REP	9	0.00704184	0.71	0.6904
MANTILLO				
RO	1	0.31909411	84.84	< .0001
REP	9	0.00218092	0.58	0.7854
SUELO DESNUDO				
RO	1	0.75045697	280.84	< .0001
REP	9	0.00594292	2.22	0.1523

Cuadro 4. Efecto del rodillo aereador sobre la cobertura vegetal de arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo, en el pastizal degradado.

TRATAMIENTO	-----%-----			
	ARBUSTIVAS	GRAMINEAS	MANTILLO	SUELO DESNUDO
CR	13.06	50.79	12.98	20.91
SR	27.18	9.6	1.53	61.37

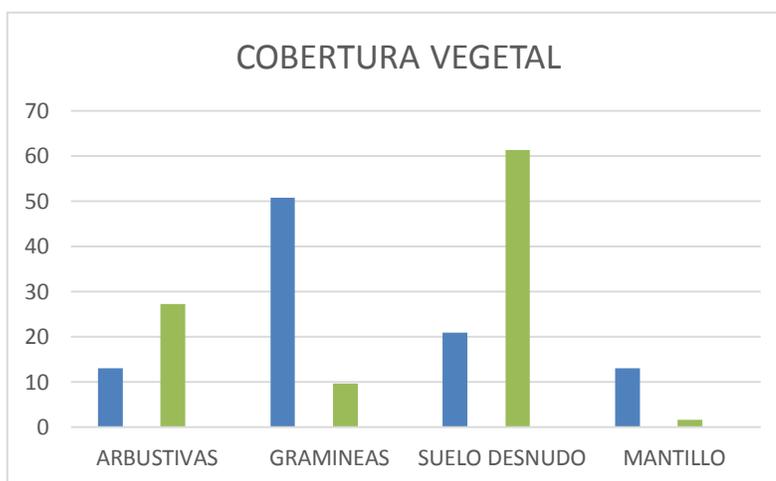


Figura 9. Efecto del rodillo aereador sobre la cobertura vegetal de arbustivas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo, en el pastizal degradado.

Cobertura de gramíneas.

El análisis de varianza para evaluar esta variable también muestra una diferencia altamente significativa en respuesta a la aplicación del rodillo aereador con una probabilidad de $P \leq 0.01$ (cuadro 3). Como respuesta a efecto de la aplicación del rodillo aereador se observa que aumenta a un 50.79% del total de los estratos en comparación al sitio en donde no se aplicó el rodillo aereador y que muestra una cobertura de 9.6% (cuadro 4, figura 9).

Cobertura de mantillo.

En el cuadro 3 podemos observar que el análisis de varianza para esta variable muestra diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P \leq 0.01$ (cuadro 3). Conjuntamente con respecto al porcentaje de cobertura del mantillo con la aplicación del rodillo aereador aumento hasta un 12.98% (cuadro 4, figura 2).

Suelo desnudo.

La presencia de suelo desnudo en cuanto a la cobertura vegetal del sitio en donde se aplicó el rodillo aereador el ANVA nos muestra que existe una diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P \leq 0.01$ (cuadro 3). Lo cual nos indica que en respuesta al tratamiento del rodillo aereador disminuye de un 61.23% a un 20.91% en el sitio en donde se aplicó (cuadro 4, figura 9).

Análisis del Suelo.

Para el análisis del suelo se tomó en cuenta la cantidad de materia orgánica (MO), carbón orgánico (CO) y ácidos fúlvicos (AF) considerando dos profundidades, la primera que va de 0 a 15 cm de profundidad y la segunda que va de 15 a 30 cm de profundidad, como respuesta al efecto de la aplicación y la no aplicación del rodillo aereador en el sitio.

Materia orgánica (MO).

El ANVA para materia orgánica nos muestra que hay una diferencia altamente significativa en cuanto a la profundidad del suelo con una probabilidad de 0.01 (cuadro 5). Consecuentemente con la aplicación del rodillo aereador se puede observar que hay una leve pero importante diferencia en cuanto a la cantidad de materia orgánica en una profundidad de 0 a 15 cm al igual que para las profundidades de 15 a 30 cm y que conjuntamente muestran una diferencia de 7.27, 7.13 y 9.34, 9.19 (cuadro 6, figura 3).

Cuadro 5. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Materia Orgánica en el pastizal degradado.

Fuente	DF	Cuadrado de la Media	F. valor	Pr > F
REP	4	47.0003125	330.28	< .0001
RO	1	0.108045	0.76	0.4007
PROF	1	21.279845	149.54	< .0001
RE*PROF	1	0.000605	0	0.9491

Cuadro 6. Porcentaje de Materia Orgánica a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDADES (CM)			
	0 - 15		15 - 30	
CR	9.34	A	7.27	B
SR	9.19	A	7.13	B

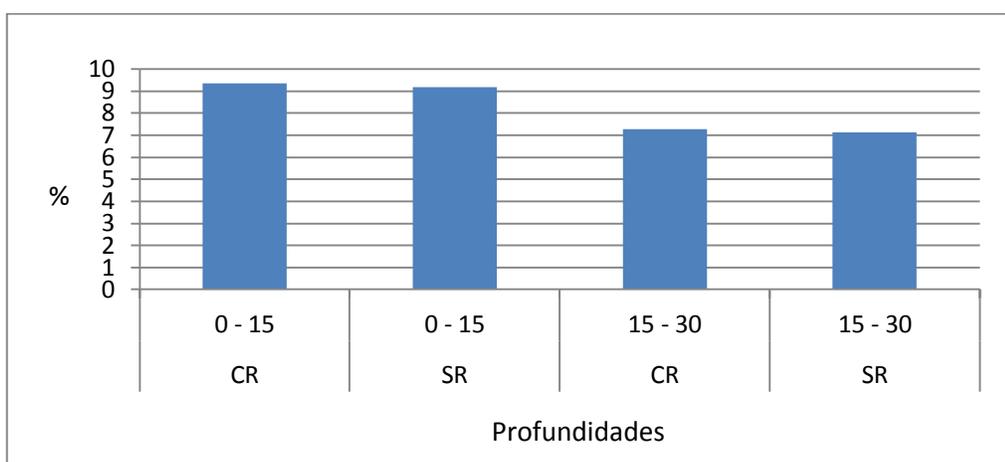


Figura 10. Comparación de medias para Materia Orgánica a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

Carbón orgánico.

El análisis de varianza para carbón orgánico nos muestra que hay una diferencia altamente significativa en cuanto a la profundidad del suelo con una probabilidad de 0.01 (cuadro 5). Conjuntamente con la aplicación del rodillo aereador se puede observar que hay una leve pero importante diferencia en cuanto a la cantidad de carbón orgánico a una profundidad de 0 a 15 cm al igual que para las profundidades de 15 a 30 cm y que conjuntamente muestran una diferencia (cuadro 6, figura 3).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Carbón Orgánico en el pastizal degradado.

Fuente	DF	Cuadrado de la Media	F. valor	Pr > F
REP	4	141.0697325	298.13	< .0001
RO	1	0.016928	0.36	0.5609
PROF	1	68.00672	143.72	< .0001
RE*PROF	1	0.01058	0.02	0.8836

Cuadro 8. Comparación de medias para Carbón Orgánico a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDADES (CM)			
	0 - 15		15 - 30	
CR	16.15	A	12.51	B
SR	16.01	A	12.28	B

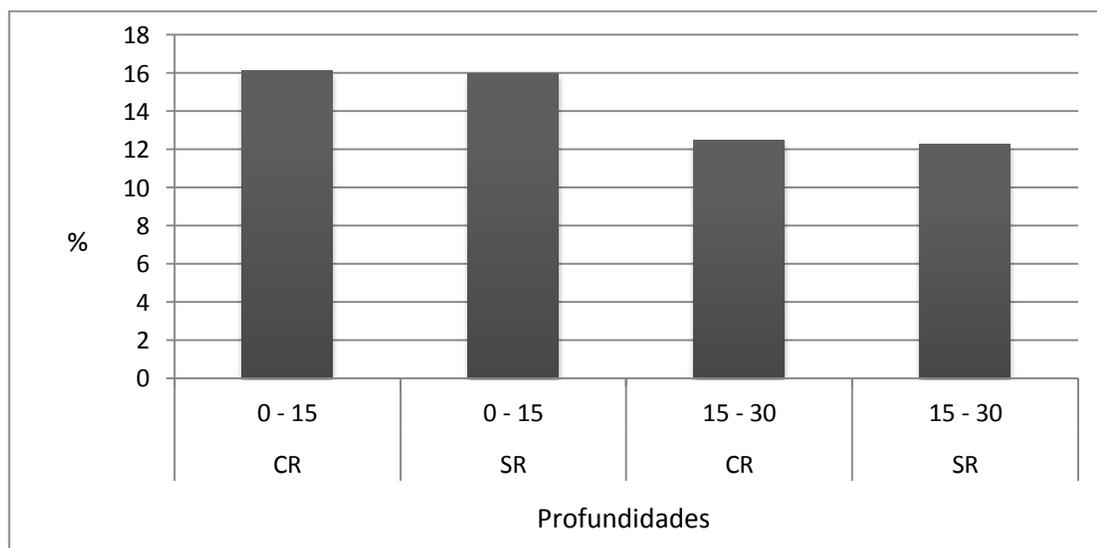


Figura 11. Comparación de medias para Carbón Orgánico a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

Ácidos fúlvicos.

El análisis de varianza para ácidos fúlvicos muestra una diferencia altamente significativa en cuanto a la profundidad del suelo con una probabilidad de 0.01 (cuadro 9). Conjuntamente con la aplicación del rodillo aereador se puede observar que hay una leve pero importante diferencia en cuanto a la cantidad de ácidos fúlvicos a una profundidad de 0 a 15 cm al igual que para las profundidades de 15 a 30 cm y que conjuntamente muestran una diferencia. (Cuadro 10, figura 5).

Cuadro 9. Análisis de varianza para el efecto de la aplicación del rodillo aereador sobre Ácidos Fúlvicos en el pastizal degradado.

Fuente	DF	Cuadrado de la Media	F. valor	Pr > F
REP	4	121.11445	276.83	< .0001
RO	1	0.03042	0.28	0.6075
PROF	1	14.2805	130.56	< .0001
RE*PROF	1	0.00392	0.04	0.853

Cuadro 10. Comparación de medias para Acidos Fúlvicos a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDADES (CM)			
	0 - 15		15 - 30	
CR	7.48	A	5.81	B
SR	7.43	A	5.71	B

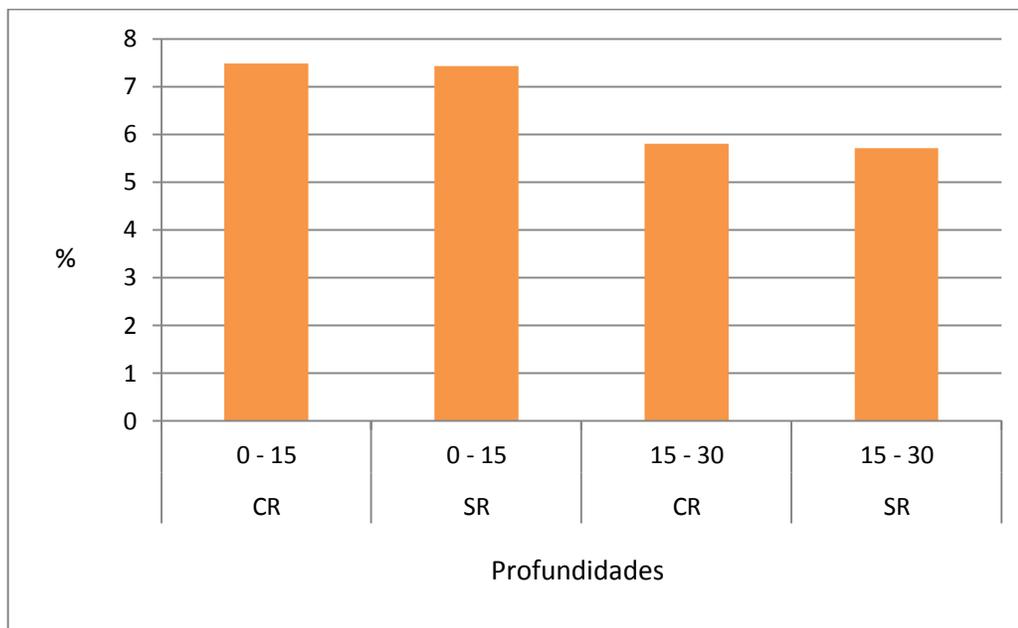


Figura 12. Comparación de medias para Acidos Fúlvicos a dos profundidades del sitio donde se aplicó el rodillo aereador y del sitio donde no se aplicó rodillo aereador.

DISCUSIÓN

Los efectos de la aplicación del rodillo aereador sobre los pastizales degradados en el establecimiento de una pradera de buffel tiende a mostrar que se incrementa la producción de forraje hasta en un 300%. Esto debido a la gran capacidad de establecimiento del buffel en ambiente árido de México (Marshall et. al. 2012, Franklin et. al. 2006 y Arriaga et. al. 2004) en cuanto a suelos y condición de precipitación se refiere. A pesar de esto el establecimiento de buffel es controversial en cuanto a sus efectos (Celaya et. al. 2015, Bravo et. al. 2010, Burquez – Montijo et. al. 2002, Castellanos – Villegas et. al. 2010). Por otra parte la producción de forraje impactó en la capacidad de carga animal por lo que se ve favorecido el productor ganadero. Una mayor producción de forraje es producto del establecimiento del buffel en pastizales degradados, Limas et al 2009 establece que el rodillo aereador redujo la compactación del suelo aumentando la capacidad de infiltración proporcionando mayor días adicionales de humedad, promovida por una precipitación efectiva los cuales favorecen a una mayor producción de forraje y mayor cobertura vegetal, en los sitios no transformados se requieren hasta de 4.54 hectáreas por unidad animal. A pesar de que el sitio con aplicación del rodillo aereador se logró un establecimiento de buffel este no cubrió más que un 51% de cobertura vegetal, mientras que el pastizal degradado solamente presenta un 10% de cobertura de gramíneas. El incremento de cobertura de gramíneas se considera que no favorece el funcionamiento del ecosistema con respecto al ciclo hidrológico (Celaya et al 2015). El tiempo transcurrido en la transformación promovida por el rodillo aereador ha traído como resultado una recuperación de la cobertura de arbustivas, lo cual requerirá de un mantenimiento de la pradera de buffel. Sin embargo se muestra un impacto más favorable es una disminución del suelo desnudo. Esto es provocado por el cambio en la estructura de la vegetación.

El establecimiento de buffel no muestra cambios notables en las características del suelo (Celaya et al 2015). El que no existan cambios en el suelo de la pradera de buffel indica que el proceso de degradación del suelo puede ser debido a que dicha

pradera no ha tenido un uso de pastoreo el cual debería de provocar movimiento en los flujos de nutrientes.

Probablemente el efecto de materia vegetal dejado sobre la superficie del suelo provocadas por el efecto del rodillo aereador ha provocado a través de un tiempo una respuesta en el suelo en cuanto a materia orgánica y carbón orgánico se refiere.

Los cambios en el suelo solo se muestran en el horizonte superficial de los sitios degradados y tratados. Esto concuerda con lo establecido por Ibarra Flores et al 1999, quienes únicamente encontraron cambios en el horizonte superficial. Además de que la respuesta se ve influenciada por suelos en distintos ambientes. Así mismo encuentran que tanto el cambio orgánico como el N total declinan en pasturas de buffel, esto no concuerda con lo reportado en el presente estudio por lo cual deberán de considerarse algunos otros factores que están influenciando en la respuesta de los cambios a la aplicación del rodillo aereador (Ibarra – Flores et al 1999 y García – Oliva et al 2006).

Con relación al contenido de ácidos fúlvicos (AF), estos se presentaron en superiores cantidades en la profundidad de 0 – 15 centímetros en ambas formas de trabajo del suelo; es decir, en donde se aplicó el rodillo y donde no. Lo anterior obedece a que cualquier tipo de materia orgánica (MO) contiene carbohidratos, proteínas, fosfolípidos, grasas, celulosa y lignina, y sufren dos procesos para transformarse en humus: la mineralización y la humificación.

Los primeros cuatro compuestos, se mineralizan; es decir, por acción de enzimas producidas por los microorganismos del suelo (principalmente bacterias), estos compuestos orgánicos se transforman en compuestos inorgánicos (nutrimentos), que son tomados por las plantas (Castellanos, 2000). Para el caso de la humificación, solo la celulosa y la lignina son transformados en humus, cuyos compuestos básicos son los ácidos húmicos (AH) y los ácidos fúlvicos (AF); en este trabajo, no hay diferencia del contenido de los ácidos fúlvicos (AF) de ambas profundidades, porque el único aporte de materia orgánica (MO) fueron las raíces del pasto buffel y como son ricas en celulosa, el proceso de humificación es muy lento. Además, en este

proceso intervienen hongos y para su óptima actuación necesitan suelos con pH ácido y en el área de estudio, los suelos presentan todo lo contrario (Stevenson, 1994).

CONCLUSION

La aplicación del rodillo aereador ha sido de alguna u otra manera benéfica para la rehabilitación y establecimiento de agostaderos y pastizales, de tal manera que al usarlo da lugar a que se originen algunas de las condiciones necesarias para que de manera natural o con la intervención antropogénica praderas y agostaderos sean rehabilitados y así obtener mejores resultados de producción.

La respuesta del pastizal degradado a la aplicación del rodillo aereador tuvo influencia sobre la producción de forraje y la cobertura vegetal incrementándose la capacidad de carga del agostadero.

Por otro lado en cuanto al suelo se puede observar que hubo ligeros cambios en cuanto a carbón orgánico (CO), materia orgánica (MO) y ácidos fúlvicos (AF) comparado con el agostadero donde no se aplicó el rodillo aereador.

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de profundizar en los resultados y respuestas de la aplicación del rodillo aereador en un pastizal o agostadero degradado en la región norte del estado de Coahuila.

Previamente se paso el rodillo aereador sobre un pastizal degradado y se aplico la siembra de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) para después dejar reposar el agostadero por un año o mas para que el zacate se pudiera establecer.

Después se utilizo el método de línea de Canfield en el pastizal donde se aplicó el rodillo aereador y en el terreno donde no se aplicó el rodillo aereador como prueba testigo para poder determinar la producción de forraje y cobertura vegetal en el suelo. Posterior a esto se tomaron muestras de zacate y suelo para ser analizados en el laboratorio universitario y poder obtener producción de forraje y análisis de materia orgánica, carbón orgánico y ácidos fúlvicos del suelo.

Una vez obtenidos los datos se corrieron en un modelo estadístico para poder determinar las diferencias entre el terreno donde se aplico el rodillo aereador y el terreno testigo.

Para obtener las muestras se utilizo un hacha, cinta métrica, pala y hule.

Palabras clave: Rodillo Aereador, Pastizal Degradado, Rehabilitacion.

Correo electrónico: alextiger180190@outlook.es; alextiger_1801@outlook.es

LITERATURA CITADA

Arriaga L.; A.E.V. Castellanos, E. Moreno and J. Alarcón. 2004. Potential ecological distribution of Alien invasive species and risk assessment: a case study of buffel grass in arid regions of Mexico. *Conservation Biology*. 18. Pág. 1504 – 1514.

Bozzo, J.A., Beasom, S.L., y Fulbright, T.E. 1992b. White-tailed deer use of rangeland following browse rejuvenation. *Journal of Range Management* 45:496-499.

Bravo P.L.C.; O.S. Matsumoto D.; A.E. Castellanos V. e I. Espejel C. 2010. Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal. Elementos para formular instrumentos de fomento agropecuario relacionados con la apertura de praderas ganaderas en el noreste de México. *Región y Sociedad*. 22. Pág. 3 – 35.

Burquez – Montijo A.; M.E. Miller and A. Martínez – Yrizar. 2002. Mexico grassland, Thornscrub, and The Transformation of the Sonoran Desert by invasive exotic buffel grass (*Pennisetum Ciliare*). Pág. 126 – 146 in: B. Tellman (Ed) *Invasive exotic species in the Sonoran region*. University of Arizona press and The Arizona – Sonora Desert Museum. Tucson.

Canfield R.H. 1941. Application of the line–interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry*. 39. Pág. 388 - 394.

Castellanos A.E.; L.E. Bravo; G.W. Koch; J.M. Llano; D. López; R. Méndez; J.C. Rodríguez; J.R. Romo; T.Sisk y G. Yanes. 2010. Impactos ecológicos por el uso del terreno en el funcionamiento de ecosistemas áridos y semiáridos de Sonora. 157 – 158 p. In. Molina – Freaner and T. R. Von Denver (eds) *Diversidad biológica del estado de Sonora*. CONABIO – UNAM. México D.F.

Celaya M.H.; F.O. García; J.C. Rodríguez and A.E.V. Castellanos. 2015. Cambios en el almacenamiento de nitrógeno y agua en el suelo de un matorral desértico transformado a sabana de buffel (*Pennisetum Ciliare* (L.) Link). *Terra americana*. 33. Pág. 79 – 93.

Cajal MC, Llamas LIG, Díaz NT, Zambrano GR. 1984. Crecimiento de novillos en Praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Reunión de Investigación Pecuaria en México.

Carlos A. Berlanga, Febrero 2009. USO DEL RODILLO AEREADOR PARA LA REHABILITACION DE PASTIZALES DEGRADADOS. INIFAP. Despliegue técnico No. 10.

Castellanos, J. Z. 2000. Manual de interpretación de análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y E.C.P. 2ª Edición Abril. INTAGRI, Celaya, Guanajuato, México.

Drawe, D.L., Ortega-S., J.A., y Fulbright, T.E. 1999. Habitat management of white-tailed deer. Proceedings of the wildlife conservation and management workshop. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, Pág. 259-268.

Erasmus Rubios Granados 2009. Rodillo Aereador. SAGARPA.

Felix Ayala Alvarez, Francisco Denogean Ballesteros, Salomón Moreno Medina, Ana Bertha Martínez Durán, Luis Ernesto Gerlach Barrera. 2014. Rehabilitación y mejoramiento de hábitat para fauna silvestre mediante rodillo aireador en la región de Trincheras, Sonora. Volumen 9 No. 2.

Fernando A. Ibarra Flores, Alfonso Ortega Santos, Francisco Denogean Ballesteros, Salomón Moreno Medina, Martha H. Martín Rivera. “Alternativas Practicas de conservación y mejoramiento de agostaderos en zonas áridas y semiáridas para su uso en la ovino cultura”. Pág. 5, 6 y 11.

Franklin K.A.; K.Lyons; P.L. Nagler; D. Lampkin; E.P. Glenn; F. Molina – Frenner; T. Markov and A – R. Huete. 2006. Buffelgrass (*Pennisetum Ciliare*) land conversion and productivity in the plants of Sonora, Mexico. Biological conservation. 127. Pág. 56 – 71.

Fulbright, T.E., Reynolds, J.P., Beasom, S.L., y Demarais. S. 1991. Mineral content of guajillo regrowth following roller chopping. Journal of Range Management 44. Pág. 520 - 522.

Garcia-Castillo C. 1995. Composición química, perfil mineral, concentración de ácidos grasos volátiles y degradabilidad ruminal de la materia seca y de la proteína cruda del forraje de 9 zacates del estado de Nuevo León, colectados durante el invierno. Tesis de licenciatura. FAC. De Medicina Veterinaria y Zootecnia U.A.L. México.

García – Oliva F.; J.F. Gallardo L.; M.M. Montaña y P. Islas. 2006. Soil carbon and nitrogen dynamios following by a forest to posture conversion in weatern Mexico. Agroforestry System. 66. Pág. 93 – 100.

Hanselka CW. 1985. Grazing Management and Forage Quality. Proceedings of a Symposium held June 7. 1984, at the Texas A&M University Research Extension Center in Weslaco, Texas. Pág. 62.

Hudson, N. 1971. Soil conservation. Cornell University Press, USA. Pág. 87-96.

Hussey Ma, Bashaw EC. 1985. Influence of clipping height on the yield and quality of winter hardy buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) germoplasm. Forage Research in Texas. Texas A&M University System. USA. CPR-4731. Pág. 37-38.

Hilario F.G., Rafael J.O. y Héctor R.G. 2013. Uso del rodillo aereador para la recuperación de los agostaderos en Durango. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Durango, Dgo. Pág. 7-13.

Ibarra – Flores F.; J. Cox.; M. Martín; T. Crowl; B. Norton; R. Banner y R. W. Miller. 1999. Soil Physicochemical change following buffel grass establishment in Mexico. *And Soil Research and Rehabilitation*. 13. Pág. 39 – 52.

Limas E.A. 2009. Rehabilitación de praderas con el uso del rodillo aereador. VI Simposium Internacional de Pastizales 4-7 Noviembre, Monterrey, N.L.

López Cervantes R.; Gallegos del Tejo, A.; Peña Cervantes, E.; Castro Franco, R.; Chávez González, J.F.J. 2006. Substancias Húmicas de origen diverso en algunas propiedades físicas de un suelo franco-arcillo-limoso. *Terra Latinoamericana*, Vol. 24, num.3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, Mexico. Pág. 303-308.

Marshall V.M.; M.M. Lewis and B. Ostendford. 2012. Buffel grass (*Cenchrus Ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: a review. *Journal and Environments*. 78. Pág. 1-12.

Martín MH, Ibarra FA. 1995. Productividad y calidad forrajera. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. PATROCIPES. Hermosillo, Sonora, Mex. Pág. 36.

Morrison FB, Morrison EB, Morrison SH, Morrison RB, Morrison HW, Morrison CF. 1977. Compendio de alimentación del Ganado. UTEHA, México, DF. Pág. 721.

Morley, W.F.H. 1974. Pastoreo controlado. In: James, B.J.F (compiler). Utilización intensiva de pasturas. Ed. Hemisferio Sur, S.R.L. Pág. 96-96.

Stevenson, F. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reactions. Wiley, New York, U.S.A.

Stoddart, L.A. 1967. What is range management? *Journal of Range Management* 20, Pág.304-307.

Walkley, A. y C.A. Black. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil sci.* 37. Pág. 29-38.

Woodward WTW. 1980. Performance of buffelgrass cultivars for South Texas. Texas Agricultural Experimental station. The Texas A&M University System. Pág. 1460.