

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**



**Rrehabilitación de un pastizal degradado con rodillo triturador en el rancho
“El Cinco” Municipio de Saltillo, Coah.**

POR:

JORGE OCTAVIO LEÓN OLGUÍN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila México
Noviembre del 2009**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

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

**Rrehabilitación de un pastizal degradado con rodillo triturador en el rancho
“El Cinco” Municipio de Saltillo, Coah.**

Por:

JORGE OCTAVIO LEÓN OLGUÍN

Tesis

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobado Por:



Ing. René Elías Rodríguez Charúa
Presidente del Jurado



M.C. Luis Pérez Romero
Sinodal



Ing. Gilberto Gloria Hernández
Sinodal



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



**COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL**

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 2009

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1. Objetivos..... | 4 |
| 2. Hipótesis | 4 |
| II. REVISION DE LITERATURA..... | 5 |
| 1. Pérdidas por mal manejo de los pastizales..... | 7 |
| 2. Biodiversidad del noreste de México..... | 8 |
| 3. Ecología del pastizal | 11 |
| 4. Control de arbustivas como rehabilitación | 15 |
| 5. Rodillo | 16 |
| 6. Tipos de rodillo | 17 |
| 7. Desventajas | 19 |
| 8. Matorral inerme parvifolio..... | 21 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 23 |
| 1. Área de estudio | 23 |
| a. Infraestructura | 25 |
| b. Aplicación de tratamientos | 26 |
| 2. Métodos de muestreo..... | 27 |
| 3. Análisis de datos | 29 |

| | |
|---|----|
| IV. RESULTADOS..... | 31 |
| 1. Cobertura..... | 31 |
| 2. Densidad..... | 38 |
| 3. Producción de forraje..... | 44 |
| 4. Implicaciones practicas de manejo..... | 47 |
| | |
| V. CONCLUSIONES..... | 51 |
| VI. LITERATURA CITADA | 53 |
| VII. ANEXOS..... | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Magnitud de las variables de estado como funciones en el tiempo..... | 12 |
| Figura 2. Superficie de respuesta-comportamiento, generado por la arquitectur..... | 13 |
| Figura 3. Rodillo con el que se llevo acabo el tratamiento..... | 26 |
| Figura 4. Muestreo de la cobertura por el método de la línea de Canfield..... | 28 |
| Figura 5. Respuesta del estrato arbustivo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 32 |
| Figura 6. Respuesta de Gobernadora y Hojasen a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 34 |
| Figura 7. Respuesta de la cobertura de herbáceas a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 36 |
| Figura 8. Respuesta de los zacates a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 36 |
| Figura 9. Respuesta de la cobertura absoluta de suelo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo | 38 |
| Figura 10. Respuesta del estrato Arbustivo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo... | 41 |
| Figura 11. Respuesta de Arbustos a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 41 |
| Figura 12. Respuesta de la densidad de “Otras especies” a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 13. Vista de la ladera media, diferencia entre tratamientos..... | 44 |
| Figura 14. Respuesta de la producción de Forraje a los tratamientos con rodillo y sin rodillo..... | 46 |
| Figura 15. Incremento de la producción de forraje como respuesta al paso del rodillo triturador..... | 46 |
| Figura 16. Incremento de la producción total de Forraje como respuesta al paso del rodillo triturador..... | 47 |
| Figura 17. Respuesta al paso del rodillo triturador sobre la Carga Animal..... | 48 |
| Figura 18. Respuesta al paso del rodillo triturador sobre la Carga Animal en el total del área tratada..... | 49 |
| Figura 19. Decremento de hectáreas para mantener una Unidad Animal como respuesta al paso del rodillo triturador..... | 49 |
| Figura 20. Restos de una planta de gobernadora después del paso del rodillo..... | 50 |

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto del rodillo triturador en la cobertura.....32

Cuadro 2. Efecto del rodillo triturador en la densidad relativa del estrato Arbustivo...40

Cuadro 3. Efecto del rodillo triturador sobre la producción de forraje (Kg/Ha).....45

Palabras clave: rodillo, Rehabilitación, pastizal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al principio de toda causa: Dios, por la vida que me ha dado, por permitirme trabajar en una de las labores mas difíciles y nobles: el campo. Por rodearme siempre de gente que me apoya y que me brinda sincera amistad. Le agradezco por darme la mejor familia de todas.

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro la formación que me ha dado, que de provecho ha de ser en el campo mexicano. *“Nadie puede decir que se realizo en la vida hasta que entrega algo útil a la sociedad”* R.E.R.CH. **Gracias Alma Mater.**

Al MC. Luis Pérez Romero, por transmitirme parte de sus conocimientos y por ayudarme a concluir esta meta, su apoyo es invaluable. Gracias.

Al Ing. René Elías Rodríguez Charrúa, le agradezco por sus enseñanzas, es solo hecho de platicar con usted enriquece a quien así lo quiera valer. También le agradezco el haberme abierto las puertas del “Rancho El Cinco” dándome la oportunidad de trabajar con dos de mis mayores pasiones: los caballos y el desierto.

Al Ing. Gilberto Gloria Hernández, por sus enseñanzas, consejos y por hacerme ver los problemas de una manera mas sencilla.

Agradezco a todos los profesores que me enseñaron y a los que me apoyaron en mi estancia en esta Universidad.

Agradezco a todos los profesores e instituciones que me han formado y me han dado conocimientos antes de entrar a la UAAAN.

A Justino Hernández, Celestino Martínez, Arturo Carabeo, Oscar, Ing. Arturo Álvarez, Lety Pérez, Lipa Castro, Favela; equipo de muestreo que agilizo la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

A mi Familia pues *“con ustedes se dividen las penas y se multiplican los triunfos”*.

A mi madre: **T.S. María de Jesús Olgúin Saavedra**, por la formación íntegra, humana y responsable, piedra angular en mi vida, gracias por tanto cariño, sabe que también la quiero mucho. He aquí nuestro triunfo.

A mi padre: **Guadalupe León Hernández**, por ser el ejemplo a seguir, mi apoyo, mi orgullo. De tu experiencia mucho he aprendido y me falta mucho más por aprender. Gracias por apoyarme en todo lo que emprendo. *“El trabajo todo lo vence”*

A mi Hermano: **Lic. José Antonio León Olgúin**, en tu hermandad y amistad juntas. Gracias por todo el apoyo que me has dado y gracias por ser mi amigo. Siempre estamos juntos y aún lejos me acompañas en mi mente y corazón.

A mi hermana: **MVZ María Isela León Olgúin**. Por que en ti siempre encuentro apoyo, eres en quien siempre puedo confiar. Gran parte de mi carrera te la debo a ti.

A mi hermano: **José Lauro León Olgúin**. Parte fundamental e inspiración en mi vida. Nunca es tarde para enderezar el camino.

A mis amigos de la Universidad: **Justino Hernández, Celestino Mertinez, Marber Tejada, Samuel Alamilla, Sigifredo Armendáriz, Pancho Fernández (†), Ramón Fierro, Gabriela Sifuentes María del Refugio Loera, Cedrach Camacho, Lupis victoria, Miguel Pinzón, Jaime Tolentino, Agustín Barios, Heladio Crespo, Iván Olmos, Arturo carabeo, Liliana Malpica, Vladimir Ruiz, Sheriff, Lulu**. Saben como soy de olvidadizo, disculpen si omití a alguien.

Gracias por hacer diferente mi estancia en la Universidad. Por que no solo compartimos aulas y maestros... compartimos nuestras vidas.

“¿Para que una foto? Los recuerdos se llevan en la mente” Q.K.

A la gente que creyó en mí y a la que no... también.

Introducción:

Los pastizales del norte de México son ecosistemas de gran importancia por diversas razones, entre las más importantes tenemos la superficie que ocupan, Bernardon *et al* 1977 citado por Humberto Gonzales M. *et al* 1985 señalan que el 40.1% de la superficie del país son pastizales los cuales son el sustento de la actividad pecuaria y de recursos naturales, entre ellos la flora y fauna silvestre, además de otras actividades como la extracción de materiales para la construcción, plantas medicinales, leña, madera, fibras, ceras, recreación entre otros. Adicionalmente a estos beneficios los pastizales contribuyen a la captura de carbono y a la captación de agua de lluvia y aunque estos dos aspectos no son fácilmente tangibles son de gran importancia para el frágil equilibrio de los ecosistemas. La importancia de los pastizales es por sí sola el echo de ser un ecosistema.

En épocas pasadas, los grandes desiertos que cubren una extensa superficie del norte del país poseían bastas áreas montañosas y una abundante cubierta forestal. Si embargo, diversos factores tanto de origen biótico como natural, tales como la agricultura nómada, el pastoreo desordenado, los incendios forestales y la explotación desmedida de los bosques, han originado que la mayor parte de las especies forestales se encuentren totalmente extinguidas, quedando actualmente millones de hectáreas desforestadas e improductivas. (Gutiérrez *et al*, 1978)

Las zonas áridas localizadas en los estados de Coahuila, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí y Durango, Fueron en su gran mayoría tierras de

pastizal nativo de buena calidad. Ello se deduce, además de los relatos históricos, por la presencia de vestigios de especies nativas de alta calidad forrajera, en la mayoría de los casos, han estado sujetas a una explotación muy deficiente (Rodríguez, Nava, Gasto, 1976)

El recurso pastizal del árido norte de México, ha sido sometido a una sobre explotación que ha ocasionado que en la actualidad, salvo en raras excepciones, se encuentre sumamente deteriorado, sujeto a la erosión hídrica y eólica e invadido por innumerables especies de menor valor forrajero (Gloria, *et al* 1978)

La disminución en la productividad forrajera ha venido ocurriendo de forma gradual y por consecuencia, un porcentaje alto de agostaderos y praderas se encuentran deterioradas produciendo menos forraje del potencial que tienen. Esta disminución forrajera esta asociada al decremento de los pastizales y al aumento de plantas indeseables, dentro de las que destacan las plantas arbustivas (Armendáriz, 2009)

Actualmente los pastizales en México se encuentran en deterioro constante a causa de diferentes factores en el cual destacan 4 y son: 1) el mal aprovechamiento de estos ecosistemas, 2) el abuso en la explotación de los recursos existentes, 3) la falta de conocimientos para un buen manejo de los pastizales y 4) un mal uso con deficiencias en técnicas y recuperación del pastizal a causa de un sobre pastoreo, caza y tala desmedida. Esto tiene como consecuencia la erosión, mayor desertificación, disminución de poblaciones de flora y fauna, a tal grado de incrementar el numero de especies en peligro de

extinción, poca captación de agua de lluvia, incremento de especies vegetales menos deseables por los animales.

Es imposible recuperar totalmente estos ecosistemas que tardaron cientos o miles de años en formarse, pero aun no es tarde para detener este deterioro y con el tiempo recuperar un poco de lo que se ha perdido.

El propósito central de prevenir el deterioro y hacer un mejor uso de los pastizales en los países en desarrollo depende principalmente del uso de estas tierras (Cantú, 1990).

El crecimiento de la población demanda cada vez mas alimentos lo cual nos obliga a hacer uso mas eficiente de los ecosistemas, de tal manera que debemos maximizar el uso de estos recursos para satisfacer las necesidades de la población. El uso de los ecosistemas debe tener una visión clara con objetivos definidos los cuales no deben ir enfocados con la mediocre idea de conservar los recursos sino con el firme propósito de recuperar aunque sea un poco de lo mucho que se ha perdido

Palabras clave: rodillo, Rehabilitación, pastizal.

Objetivos

Determinar y analizar mediante la cobertura, la producción de forraje y densidad de arbustivas el efecto que tuvo el rodillo triturador en el pastizal.

Hipótesis

H_0 = El rodillo triturador rehabilita el pastizal

H_A = El rodillo triturador no rehabilita el Pastizal

Revisión de literatura

Se considera como pastizal a aquellas áreas que tienen limitaciones físicas como clima, suelo y/o topografía, no son adecuadas para el cultivo pero son el sustento de ganado, animales silvestres y proveen materias primas y recreación así como captación de agua y captura de carbono.

La interacción del hombre con su medio ha ido cambiando a medida que el hombre ha evolucionado. En un principio el hombre ejercía poca influencia sobre los ecosistemas, solo recolectaba y cazaba lo necesario para su alimentación y existía cierto equilibrio natural. A medida que el hombre fue incidiendo, cambiando hábitos, usos y costumbres y fue incrementando su población ejerció mayor presión a los ecosistemas para obtener de ellos mayor cantidad de productos y mayor producción para satisfacer sus necesidades.

Los pastizales empezaron desde entonces a ser objeto del uso inadecuado que ha llevado a una paulatina destrucción de los mismos, lo cual dio lugar a su vez al advenimiento progresivo de la ciencia de pastizales que surgió en los Estados Unidos de Norteamérica como resultado de la necesidad imperiosa de recuperar enormes áreas de pastizal que para fines del siglo pasado ya habían sido denudadas. (Cantú, 1990).

A lo largo de la historia, los pastizales áridos y semiáridos del norte de México han sido fuente de apacentamiento de herbívoros domésticos, y por ende han sido degradados; experimentando así una reducción en su biodiversidad, producción,

cobertura vegetal y consecuentemente un incremento de suelo desnudo (Bolívar *et al* 2008)

Los primeros estudios de los problemas relacionados con el apacentamiento fueron en Estados Unidos por la división de Agrostología del Departamento de Agricultura en 1895. Desde entonces se habían identificado ya el deterioro a causa de un mal uso de los recursos por lo que se iniciaron estudios para analizar la vegetación y el pastizal y evitar su deterioro.

Derivado de estos estudios y a través de años de investigación en todo el mundo se han desarrollado técnicas para el mejoramiento de los pastizales. Muchas de las estrategias de rehabilitación, manejo y conservación del pastizal están enfocadas en la recuperación de suelo, desfragmentación de cobertura vegetal, incremento de fauna y mayor producción de forraje así como captación de agua, energía y CO₂.

En el mundo actual no es posible considerar los pastizales como entidades aisladas y sin ninguna relación con los demás recursos de la tierra por lo que se requiere para su manejo, mejoramiento y utilización un enfoque imprescindible ecológico considerándolo como un ecosistema con factores bióticos y abióticos involucrados íntimamente en interacciones complejas con un origen común y procesos similares. (Cantú, 1990).

En las zonas áridas y semiáridas del norte de México, la ganadería enfrenta año tras año grandes problemas de falta de disponibilidad de forraje. Esta situación ha

sido provocada por dos grandes factores, el sobrepastoreo y las sequías prolongadas (Inifap, 2009)

Sin embargo, a pesar de su importancia, los pastizales se encuentran entre los ecosistemas mas amenazados de Norte América y del Mundo. En el caso del desierto chihuahuense alrededor de un 90% de los agostaderos/pastizales presentan un deterioro de moderado a extremo en el estado de salud (degradación del suelo y vegetación) repercutiendo en la disminución de la productividad de las actividades económicas primarias inherentes a éstas áreas. Este nivel de deterioro posiblemente aumente ya que en estudios climáticos se ha pronosticado una reducción de hasta un 30% en la precipitación pluvial para el desierto chihuahuense en los próximos 50 años. De la misma manera para esta región se pronostica la mayor tasa de recambio de especies para México, tomando en cuenta extinciones e invasiones de especies en respuesta al cambio climático (Inifap, 2006)

Existen en la actualidad una gran cantidad de áreas de pastizal improductivas y degradadas en diferentes magnitudes ocasionadas por el mal manejo del hombre a través de los años (Ibarra, 1979).

Pérdidas por mal manejo de los pastizales

El suelo es el material mineral u orgánico que está suelto sobre la superficie de la tierra y que es capaz de soportar el crecimiento de las plantas. El suelo se forma del rompimiento de las rocas debido al intemperismo físico y químico, tales como: expansión, contracción, viento, efecto del agua en la división de partículas, acción

de organismos vivos (raíces, animales y el hombre), oxidación reducción, hidrólisis, hidratación y carbonización. Contrario a la formación del suelo, la erosión es la remoción del suelo por procesos naturales, principalmente, agua y viento. La erosión en agostaderos tiene como consecuencias la degradación de la fertilidad natural del suelo y una reducida productividad. La degradación del suelo por erosión es parte del costo social de la producción de los agostaderos en México, sin embargo, los agricultores, ganaderos y el Gobierno no están completamente conscientes del costo a la sociedad por la degradación del suelo, además hay severas limitaciones sociales, económicas y políticas (Becerra-Moreno, 1998). Por lo tanto, es importante entender e identificar las causas de la excesiva degradación del suelo para realizar una explotación de los recursos naturales en forma sustentable.

Biodiversidad del noreste de México

El noreste de México se encuentra dentro del desierto Chihuahuense el cual menciona Carreón en el 2008 que este desierto tiene una superficie aproximada ligeramente superior a los 43 830 000 hectareas, misma que incluye territorios de los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, así como pequeñas áreas de los estados de Nuevo León, Jalisco Guanajuato y Querétaro.

El área se caracteriza por las cuencas desérticas y cordilleras del altiplano Mexicano, rodeada por lo cerros de la Sierra Madre Oriental del lado este y la

Sierra Madre Occidental por el oeste. La vegetación de la ecorregion es típicamente matorral y pastizal desértico, con áreas de bosque en laderas de las montañas, bandas estrechas de vegetación riparia y matorrales a lo largo de ríos y arroyos (Gurrola, 2008)

La eco-región Desierto Chihuahuense es una de las regiones con mayor biodiversidad biológica del mundo. Sin embargo, la degradación de sus ecosistemas y la consecuente pérdida de biodiversidad ha sido resultado de diversas actividades humanas como el aprovechamiento irregular de bosques, el sobrepastoreo, la constante apertura de nuevas tierras a la agricultura, la erosión, la extracción de agua de forma irregular así como la introducción de especies exóticas tanto animales como de plantas (Carreón *et al*, 2008)

Los seres humanos, consiente o inconscientemente, siempre han transportado distintos tipos de organismos a través de cortas distancias o a través de mares y continentes, lo cual tiene un impacto en la historia biológica del planeta. La especie llevada de un sitio a otro, donde originalmente no existía, es llamada ajena, introducida o exótica (Richardson et al 2000 citado por Valdez Reyna 2008).

Afortunadamente, las plantas y animales útiles introducidos en muchos sitios han permitido el sustento, supervivencia y desarrollo de múltiples culturas, sin embargo, un gran número han resultado dañinas para las comunidades silvestres en las que se establecen, por que eliminan o desplazan a los organismos nativos. En el caso de las plantas varias especies introducidas que en un principio se consideraban inocuas, terminan por ser problema al convertirse en invasoras o en

plagas. Se calcula que entre el 1 y el 5% de plantas de especies introducidas en los diferentes ecosistemas en el mundo, han causado severos problemas o daños a los sistemas manejados por el ser humano (Villaseñor y Magaña, 2006 citados por Valdez Reyna 2008).

Después de la destrucción del hábitat, el impacto de las especies introducidas ha sido identificado como la segunda causa a nivel global de la pérdida de biodiversidad (CONABIO, 2006 citado por Valdez Reina, 2008)

Las alteraciones del hábitat, nichos y tamaño del territorio ocasionadas por el hombre son cada día un factor de mayor envergadura que afectan el proceso evolutivo en varias formas incluyendo el desarrollo de organismos que se les considera como malezas. También es válido lo opuesto, al originar la extinción de algunas especies, o poblaciones, restringiendo los recursos genéticos disponibles para las generaciones siguientes (Lewis, 1969 citado por Nava, Gasto y Armijo, 1976).

Las zonas áridas localizadas en los estados de Coahuila, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí y Durango, fueron en su gran mayoría tierras de pastizal nativo de buena calidad. Ello se deduce, además de los relatos históricos, por la presencia de vestigios de especies nativas de alta calidad forrajera, en la mayoría de los casos, han estado sujetas a una explotación muy deficiente (Rodríguez, Nava, Gasto, 1976)

El recurso pastizal del árido norte de México, ha sido sometido a una sobre explotación que ha ocasionado que en la actualidad, salvo en raras excepciones,

se encuentre sumamente deteriorado, sujeto a la erosión hídrica y eólica e invadido por innumerables especies de poco valor forrajero (Gloria, et al 1978)

Los ecosistemas naturales del desierto son el residuo o remanente que resulta luego de la cosecha, a menudo descontrolada del ecosistema original. Luego de un periodo prolongado de explotación descontrolada del árido, la resultante es la retrogradación del sistema natural y su transformación en estados inferiores que, a menudo, se caracterizan por la dominancia de especies invasoras poco deseables por la destrucción del ecotopo. (Armijo, Nava y Gastó, 1976, citados por Nava et al, 1976)

Ecología del Pastizal

El ecosistema representa la unidad básica del trabajo de la ciencia silvoagropecuaria y consta de dos atributos fundamentales que definen su estado. Uno de ellos es el aspecto anátomomorfológico o apariencia física; es decir representa los aspectos tangibles o de forma y se denomina **arquitectura** (Nava et al).

La comprensión y solución de los problemas silvoagropecuarios se inicia en el conocimiento detallado e integral del ecosistema donde se considera a cada uno de los componentes como un elemento más del complejo holocenósico (Gómez Pompa, 1975; citado por Nava et al 1976).

El ecosistema es un arreglo de componentes bióticos y abióticos, o un conjunto o colección de elementos que están conectados o relacionados de manera que actúan o constituyen una unidad o un todo

La arquitectura ecosistémica es resultado de una serie de factores bióticos y abióticos que dan como resultado una determinada arquitectura en un momento dado de forma tal que la arquitectura es dinámica. Los cambios en la arquitectura son resultado de la suma de todos los factores que intervienen en ella.

Nava y coautores afirman que “La arquitectura de un ecosistema en un momento dado es la resultante de un proceso de evolución que se inicia en el pasado se observa en el presente y se continúa en el futuro. El estado observado de la arquitectura no es más que un punto en el tiempo y como tal está orientado y tiene una tasa de cambio.”

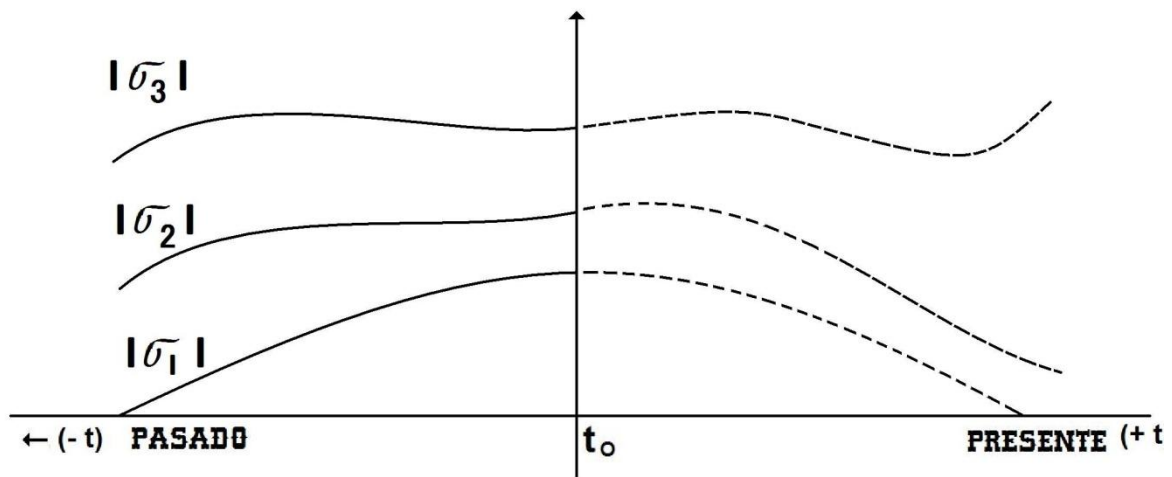


Figura 1. Magnitud de las variables de estado como funciones en el tiempo (Nava *et al* 1976).

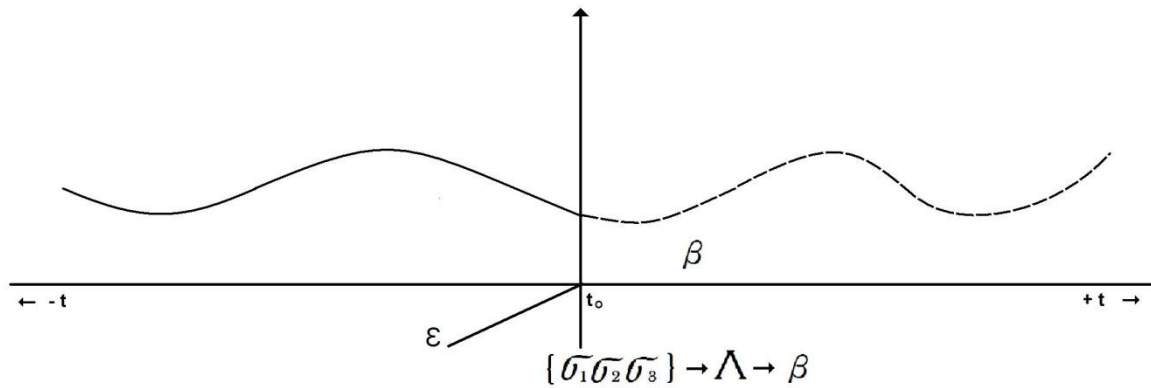


Figura 2. Superficie de respuesta-comportamiento, generado por la arquitectura $\{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3\}$ (Nava *et al* 1976).

El estado de la arquitectura en un instante dado puede ser el óptimo o diferente del óptimo. La facultad de la arquitectura de cambiar ante estímulos endógenos y exógenos, permite alterar su tendencia de manera de alejarse o aproximarse a un óptimo arbitrario establecido para un instante dado (Nava *et al* 1976).

El conjunto ordenado de variables de estado de un ecosistema constituye la arquitectura, que consta de 4 subconjuntos de componentes isomorficos fundamentales:

- **Ecotopo** o recursos abióticos
- **Hábitat** o construcciones del ambiente físico
- **Autotrofocenosis** o comunidad de fotosintetizadores
- **Heterotrofocenosis** o comunidad de consumidores

(Aguirre, Gasto y Nava, 1972)

Existen términos relacionados como los que mencionan Nava, Gasto y Armijo en la monografía técnico-científica titulada “Arquitectura ecosistemica fundamentos y génesis” en 1976, como:

- **Zoocenosis** o consumidores
- **Fitocenosis** o Productores primarios
- **Biocenosis** compuesta por todos los organismos vivos
- **Biotopo** o área que provee espacio vital a la zoosenosis y a la fitosenocis

El grado de transformación del ecosistema y sus modalidades de manejo están reguladas antropogénicamente. Cualquier modificación que se le haga al cultivo o sistema en general, induce a corto o a largo plazo procesos evolutivos en cada una de las poblaciones que complementan la biocenosis; la evolución del cultivo se logra en cambio por un mecanismo diferente que no es necesariamente de adaptación y ajuste al medio. Se logra por procesos antropogénicos cuyo objetivo principal es aumentar la productividad y calidad de la cosecha y solo secundariamente se persigue lograr una mejor adaptación al medio (Nava *et al* 1976).

Las decisiones que se tomen para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales en zonas áridas es la arquitectura que se le de al ecosistema, si se toma una decisión equivocada será contraproducente a mediano y largo plazo.

Control de arbustivas como rehabilitación

El mejoramiento de los pastizales que se encuentran en estado avanzado de retrogradaciones, a menudo, un proceso lento cuando se emplean estrategias ecológicas de sucesión natural, requiriéndose por lo tanto un periodo de tiempo demasiado largo (Rodríguez, Nava, Gasto, 1976).

Generalmente las plantas leñosas requieren mas agua para producir un kilogramo de material vegetativo que la vegetación herbácea. El servicio para la conservación de suelo de los Estados unidos (Soil Conservation Service U.S.D.A., 1946), ha mostrado que el mezquite (*Prosopis juliflora*), requiere de 1700 a 1900 libras de agua para producir una libra de material vegetativo, mientras que el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) solo requiere de 338 a 400 lbs. Este uso ineficiente de agua por el mezquite se ve aumentado por el echo de que solamente una fracción de material vegetativo producido es forraje mientras que el 100 % del material producido por el zacate navajita es forraje (Huss y Aguirre, 1975).

Los arbustos compiten con los zacates por agua, luz, aire, nutrientes, espacio aéreo y radical disminuyendo la capacidad del pastizal para producir forraje afectando así la capacidad de carga.

En la práctica se ha observado, que terrenos con una gran cantidad de arbustos constituyen un problema no solo mecánico sino ecológico para el manejo de las tierras de pastoreo, ya que se complica el manejo del ganado, no solo para localizarlo sino por la reducción de la capacidad de carga animal. Estas plantas

leñosas compiten por el agua disponible con aquellas especies deseables. Aunque debe reconocerse la importancia que tienen los arbustos para el hábitat de muchas especies de fauna silvestre que tienen funciones importantes en el equilibrio y desarrollo de los ecosistemas (Armendáriz, 2009)

Actualmente se cuenta con diferentes técnicas para la rehabilitación de pastizales y el control de arbustivas. El control puede ser manual, químico, pírlico, biológico o mecánico. El control Mecánico a pesar de ser más caro que el químico es mas barato que el manual, aun que cuenta con la desventaja de no ser tan selectivo como el manual.

El Objetivo principal del control mecánico son: reducir el número de especies arbustivas que además de ser indeseables para el ganado consumen cuatro veces mas agua para producir un kilo de hojas, romper la costra del suelo y dejar pequeños posos que servirán para la retención de agua y como puntos de germinación.

Rodillo

El rodillo es un implemento diseñado par aerear, descompactar y dejar esponjoso el suelo, con el fin de retener agua de lluvia, al menor costo posible y sin dañar los zacates existentes además e que nos ayuda al control de arbustos y malezas (AMNSA, 2009), además de incorporar materia orgánica y formando una capa de mantillo orgánico que tiene como funciones la retención de humedad, evita la erosión eólica, evita el impacto directo de las gotas de lluvia en el suelo evitando

así la erosión hídrica, genera el ambiente propicio para la germinación de semillas entre otros beneficios.

La descompactación permite la aireación del suelo para que las raíces de las plantas respiren e incrementa la infiltración de agua con lo que se reduce la pérdida de la misma por escurrimiento. Esto es muy importante en zonas áridas considerando que además de que la lluvia es escasa e incierta, se pierde entre un 40 a 60% de la misma por escurrimiento (Inifap, 2004).

El rodillo promueve el rejuvenecimiento de agostaderos y praderas viejas y deterioradas de zacate Buffel (*Senchrus ciliaris*) mediante el mayor crecimiento de plantas viejas que aparentemente se aprecian muertas y del establecimiento de plantas nuevas como resultado de la descompactación y de una mayor disponibilidad de agua en el suelo para el uso de las plantas (Inifap, 2004).

Tipos de rodillo

Existen diferentes tipos de rodillos, estos varían de tamaño, forma, peso y función dependiendo del uso y del fabricante. Se han diseñado para satisfacer distintas necesidades.

El tipo de rodillo a utilizar en un rancho determinado estará dado en función de las características del suelo, la vegetación y de los objetivos específicos de cada productor. (Inifap, 2004)

Rehabilitador. Consiste en un cilindro metálico que tiene una serie de cuchillas acomodadas helicoidalmente, con el fin de lograr una mayor penetración en el suelo con un menor requerimiento de caballaje, ahorro de diesel y rodado 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. (AMNSA, 2006).

El implemento revienta el suelo sellado y rompe capas impermeables 30 cm. debajo de la superficie del suelo y es capaz de crear pozas de aproximadamente 20 cm. de diámetro y de 15 a 25 cm de profundidad.

Los rodillos varían en cuanto a su diseño, dimensión y peso. Generalmente cada rodillo es de 3.0 metros de longitud, de 75 a 120 cm de diámetro, consta de 80 a 120 cuchillas, pesa de 3 a 6 toneladas llenos de agua y requiere entre 50 y 100 caballos de fuerza para ser jalados. Existen rodillos con múltiples cuchillas chicas, las cuales están distribuidas en forma helicoidal a lo largo del cilindro y su principal función es la de descompactar el suelo y hacer hoyos para retener agua. (Inifap, 2004)

Con la aplicación de paso de rodillo tipo tándem (doble) se deja una densidad de 22 impresiones/ m², esto permite bajar la compactación del suelo y aumentar la capacidad de infiltración hasta un 80 %. Por lo que las plantas presentes así como

la semilla que se encuentre en el suelo tendrán una mejor oportunidad y condición de humedad para establecerse (Inifap, 2009)

Triturador. Este rodillo es utilizado cuando se esta enfocado principalmente al control de yerbas y arbustos, tiene una gran efectividad para lograr pastas y agostaderos limpios, controlando arbustivas de hasta 7' de diámetro, ayudando a la aereacion del suelo, incorporando materia orgánica y evitando escurrimientos de agua. (AMNSA, 2006).

El rodillo tiene distintas funciones además del control de arbustivas y son: incorporar materia orgánica al suelo, romper la costra del suelo y por lo tanto mayor infiltración del agua, propiciando el medio adecuado para la germinación de semillas

Desventajas

Tiene la desventaja de que no es efectivo en suelos pesados o arcillosos debido a que los dientes o cuchillas no rompen la superficie del suelo, por lo que el suelo no se descompacta y no se trazan buenas pozas para retener el agua. La eficiencia del rodillo también se ve reducida en terrenos muy quebrados y con pendiente muy pronunciada y en suelos con mucha piedra y roca ya que estas características limitan la penetración de los dientes o cuchillas y pone en peligro la vida útil de las mismas. Las áreas tratadas requieren de por lo menos un año completo de protección del pastoreo, para ayudar a las plantas nuevas a que desarrollen buena raíz y aseguren su establecimiento. En la mayoría de los casos se requiere de un bulldozer para su operación. (Ibarra, 2009)

Donald C. Ruthven y Keith L. Krakauer publicaron en el 2004 resultados de una área tratada en Texas donde compararon la cobertura, densidad y diversidad de especies leñosas y herbáceas, en pastizales tratados con aereación y en pastizales no tratados concluyendo: “Debido al rápido rebrote de muchas especies leñosas después de la aereación, tal vez sea necesario aplicar tratamientos de mantenimiento adicionales a corto plazo para mantener los beneficios del tratamiento. El tratamiento de aereación redujo la cobertura total de plantas leñosas, incrementó la densidad de plantas leñosas deseables, mantuvo la densidad de plantas leñosas, e incrementó la cobertura de plantas herbáceas.

Berlanga reporta en un estudio realizado en los ranchos “La Esmeralda” y “El Gavilán” municipio de Zaragoza, Coah., en un matorral con dominancia de cenizo (*Leucophyllum texanum* Berl.) donde se utilizó el rodillo aereador. Después de un año de realizada la rehabilitación en el rancho “La Esmeralda”, se determinó el coeficiente de agostadero en 2.3 ha/UA/año para el área tratada y 5.3 para el área no tratada con una media de 3.2 ha/U.A/año. En el rancho “El Gavilán” se evaluó el coeficiente de agostadero un año después de la rehabilitación resultando éste en 2.6 ha/UA/año para el área tratada y 4.5 ha/UA/año en el área sin tratar, con una media de 3.1 ha/UA/año.

En conclusión, el uso del rodillo aereador rehabilitador es una herramienta eficiente para la rehabilitación de pastizales degradados, en función de la

reducción de la compactación del suelo, mayor capacidad de infiltración, mayor aereación del suelo, promueve el resurgimiento de semillas almacenadas en el suelo y controla la vegetación arbustiva indeseable (Berlanga *et al*, 2009).

Matorral inerme parvifolio

Conocido también como matorral micrófilo, ocupa la mayor parte de la extensión de las regiones áridas del país. Flores *et al.* (1971), calculan que el 20.7 % de la superficie del país corresponde a este tipo de matorral. Esta comunidad vegetal está formada por un conjunto de especies arbustivas de uno a dos metros de altura, generalmente desprovistos de espinas y con hojas y folíolos pequeños ; usualmente se encuentra en altitudes que van de 300 a 2,300 m, se localiza en valles y planicies casi a nivel y en lomeríos, cerros y laderas de sierra, en suelos de textura franco-arcillosa, franco-arenosa, con profundidad de somero a profundo, con precipitación de 200 a 500 mm y de clasificación climática de BSoh, BSk, BWh y BWk de Koppen (Pascual, 1994).

Generalmente se encuentra cubriendo terrenos de planicie entre los valles y abanicos aluviales de las formaciones montañosas (Gonzales y guzmán, 2006)

Las principales especies de esta comunidad son : gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseén (*Flouencia cernua*), palma china (*Yucca filifera*), zacate punta blanca (*Trichachne californica*), zacate toboso (*Hilaria mutica*), costilla de vaca (*Atriplex . canescens*), chaparro amargoso (*Castela texana*), huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis juliflora*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*), mariola (*Parthenium incanum*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), Largoncillo (*Acacia constricta*),

guayacán (*Porlieria angustifolia*), nopal (*Opuntia* spp.), coyonoxtle (*O. imbricata*), sangre de drago (*Jatropha spathulata*), cenizo (*Buddleia marrubifoliá*), gatuno (*Acacia greggii*), maguey cenizo (*Agave asperrima*) y otros (Pascual, 1994).

Las especies deseables son : zacate temprano (*Setaria macrostachya*), zacate navajita (*Bouteloua curtipendula*), zacate rizado (*Panicum hallii*), navajita azul (*B. gracilis*), navajita velluda (*B. hirsuta*), zacate aparejo (*Muhlenbergia portieri*), zacate punta blanca (*Trichachne californica*), navajita china (*B. breviseta*) y navajita roja (*B. trifida*) (Pascual, 1994).

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el Rancho el Cinco, ubicado en el Municipio de Saltillo Coahuila.

Área de estudio

.Ubicación. El área de estudio se encuentra ubicada en el Noreste de la república Mexicana, dentro de la ecorregion del Desierto Chihuahuense, al sur de el estado de Coahuila en la carretera Saltillo-Concha del Oro Km. 310. El casco del Rancho se encuentra entre 101° 06' 27'' longitud Oeste y los 25° 04' 38'' latitud Norte a 1983 MSNM. En la parte noreste colinda con la carretera federal # 54 Saltillo – Concha del Oro y el poblado conocido como Las Colonias, al noroeste con el ejido Carneros Al sureste con el ejido San Felipe Y al suroeste con La sierra de Las tinajas.

El pastizal de este rancho fue sobre pastoreado por generaciones, dejando huellas tangibles de esto, dando como resultado un pastizal degradado.

Aunado a el sobrepastoreo, el lugar fue explotado por generaciones, de donde se extrajo de manera desmedida recursos maderables como el pino (*Pinus cembroides*) y recursos industriales como la Yucca (*Yucca carnerosana*) ortadillo (*nolina cespitifera*) Lechugilla (*Agave lechugilla*).

Suelo

En la ladera alta del rancho se encuentra una franja de suelo de tipo Regosol Calcarico con Xerosol Haplico y a las orillas de esta franja se encuentran manchones de Litosol, en la ladera media el tipo de suelo es Xerosol Haplico y en la ladera baja un suelo de tipo Xerosol Cálxico ligeramente salino (4 a 8 mmhos/am a 25° C), En las faldas de la Sierra de las Tinajas el tipo de suelo es Xerosol Haplico con Regosol Calcarico y Litosol.

Vegetación.

En donde inicia la ladera alta la vegetación predominante es Pastizal natural con matorral inerme, en una porción de la ladera alta, en toda la ladera media y gran parte de la ladera baja la vegetación es de Matorral inerme con pastizal natural, al centro un polígono rectangular de agricultura de temporal de cultivos anuales. Al final de la ladera baja y en la falda de la Sierra de la Tinaja es pastizal nativo con Matorral inerme, desde la falda de la sierra hasta la parte mas alta de esta la vegetación es matorral inerme con pastizal natural y erosión hídrica leve.

Las especies mas comunes son: Gobernadora (*Larrea tridentata*), hojases (*Flouencia cernua*), mariola (*Parthenium incanum*), palma china (*Yucca filifera*) huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis juliflora*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*), nopal (*Opuntia spp.*), coyonoxtle (*O. imbricata*), gatuno (*Acacia greggii*), maguey cenizo (*Agave asperrima*), Falso mesquite (*Calliandra conferta*) Tasajillo (*Opuntia leptocaulis*).

Fauna. Entre las principales especies silvestres se encuentra el lince (*Lynx pardina*), coyote (*Canis latrans*), codorniz (*Coturnix coturnix*), víbora de cascabel (*Crotalus durissus terrificus*), liebre (*Lepus europaeus*) entre otras

Hay también especies en peligro de extinción como el perrito de la pradera *Cynomys mexicanus*

Clima

El clima es clasificado como Bs₀Kw(e) (INEGI) que es un clima semi seco, templado, muy extremo con una precipitación promedio de 450mm, con lluvias de verano y precipitación invernal superior al 10%, con una temperatura media anual de 13.40° C. (Mendoza 1983).

Régimen de lluvias. Por lo general comienzan en mayo y terminan en octubre. Son mas abundantes en julio y agosto. En invierno son mas escasas siendo marzo el mes mas seco (Mendoza 1983).

Infraestructura

El rancho consta de 1500 hectáreas completamente circulado por alambre de púa, excepto el lado suroeste que esta delimitado por la parte más alta de la Sierra de las tinajas. Cuenta con una casa, bodega, 2 caballerizas, corrales de manejo, dos tanques de agua y saladeros, así como 70 cabezas de ganado equino raza Cuarto de Milla. En la parte baja se encuentra un área abierta al cultivo.

Aplicación de tratamientos

Con rodillo. Se aplicó un tratamiento con maquinaria que consta de un rodillo triturador de 2.4 metros de ancho y un peso aproximado de 3000 Kg, con diez cuchillas de tungsteno de 15 cm, jalado por un bulldozer D5H siguiendo una línea de aproximadamente 5 metros de ancho a lo largo de las curvas de nivel. Se plantó nopal (*Opuntia rastrera*) y maguey (*Agave spp.*) formando una línea entre tratamientos. El tratamiento se aplicó en el verano del 2007

Sin rodillo. Seguido del paso del rodillo se dejó una franja de 5 metros de ancho sin tratar.



Figura 3. Rodillo con el que se llevo acabo el tratamiento.

Métodos de muestreo

Materiales utilizados

Cinta métrica, GPS marca Garmin, fotografía satelital del área tratada, parcela de lazo de 1m² (0.5m x 2m), parcela de lazo de 16 m² (4m x 4m), formatos para la toma de datos, lápiz.

Variables de respuesta

Se tomaron tres variables para determinar la respuesta a el tratamiento que se le dio al pastizal, tomando en cuenta que el objetivo del tratamiento es el control arbustivas. Las variables son: producción de forraje, densidad de arbustivas y cobertura evaluadas en ladera alta, ladera media y ladera baja.

Producción de Forraje

Se determino por el método de parcela, muestreando ladera alta, media y baja con dos tratamientos: no tratada y tratada con 4 repeticiones por tratamiento. Se utilizo una parcela rectangular con un área de 1.0 m² (0.5 por 2.0 m.). Se escogió parcela rectangular debido a la dispersión de las especies para así tener una mayor variación intraparcelar.

Cobertura de arbustivas

Se determino cobertura por el método de la línea de Canfield muestreando ladera alta, media y baja con dos tratamientos: no tratada y tratada con 4 repeticiones por tratamiento.



Figura 4. Muestreo de la cobertura por el método de la línea de Canfield.

Densidad

Se determino con el método de parcela, muestreando ladera alta, media y baja con dos tratamientos: no tratada y tratada con 4 repeticiones por tratamiento. Se muestreo con una parcela cuadrada con un área de 16m^2 (4m por 4m.).

Geoposicinamiento

Con la ayuda de una fotografía satelital se determino los lugares de muestreo para ladera alta, ladera media y ladera baja y se uso un GPS para ubicar los puntos de muestreo y obtener la altitud.

Análisis de datos:

Con los datos obtenidos se determino cobertura, densidad y producción de la siguiente manera:

Cobertura

$$\text{Cobertura Absoluta}(\%) = \frac{\text{suma de la cobertura interceptada por especie}}{\text{longitud del transecto}} \times 100$$

Densidad

$$\text{Densidad Absoluta (plantas/Ha)} = \frac{\text{Numero de plantas}}{\text{Tamaño de la parcela}} \times 10,000$$

$$\text{Densidad Relativa} (\%) = \frac{\text{Numero de plantas de una especie}}{\text{Numero de plantas de todas las especies}}$$

Producción

$$\text{Produccion Kg/Ha} = \text{Peso de la muestra} \times 10,000/1,000$$

Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron con un modelo estadístico factorial de A X B diseño bloques al azar analizado con el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5. Debido a la naturaleza del lugar de estudio se tomaron datos con valor cero por lo que se hizo una transformación de datos con la siguiente formula:

$$\sqrt[2]{n + 1}$$

De esta manera se cumple con el requisito de la distribución normal para el análisis estadístico.

Cuando se encuentra diferencia significativa, la comparación de medias se hace mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.5$.

Resultados

Cobertura.

Cobertura total de Arbustivas

De acuerdo al análisis de varianza por efecto del rodillo triturador sobre la cobertura de arbustivas se observa que existe diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P \leq 0.1$ (Anexo 2)

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa que la cobertura de arbustivas disminuyó por efecto del rodillo hasta un 16.5% mientras que en el área sin aplicación del rodillo se observa una cobertura del 42.3% (Cuadro 1 y figura 5) por lo que disminuye un 25.8% de la cobertura absoluta. La ladera que presentó mayor respuesta al paso del rodillo fue la ladera media en donde disminuye de 45.8% a 7.7% (Cuadro 1 y figura 5) disminuyendo la cobertura absoluta en un 38.1%, seguida por la Ladera baja y Ladera alta donde disminuye la cobertura absoluta un 20.2% y 19.0% respectivamente (Cuadro 1 y figura 5).

Cuadro 1. Efecto del rodillo triturador en la cobertura

| | LADERA ALTA | | LADERA MEDIA | | LADERA BAJA | | TOTAL | |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | SR | CR | SR | CR | SR | CR | SR | CR |
| Gobernadora | 25.9% | 9.5% | 41.4% | 2.0% | 0.0% | 0.0% | 22.4% | 3.8% |
| Hojasen | 16.6% | 14.3% | 3.0% | 5.6% | 38.2% | 18.0% | 19.3% | 12.7% |
| Mariola | 0.0% | 0.0% | 1.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.5% | 0.0% |
| Opuntia | 0.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% |
| Subtotal Arbustivas | 42.8% | 23.8% | 45.8% | 7.7% | 38.2% | 18.0% | 42.3% | 16.5% |
| Zacate | 0.5% | 2.9% | 3.9% | 19.9% | 3.4% | 20.0% | 2.6% | 14.3% |
| Herbaceas | 0.1% | 1.1% | 0.4% | 1.3% | 0.8% | 1.5% | 0.4% | 1.3% |
| Subtotal herbáceo | 0.7% | 4.0% | 4.3% | 21.3% | 4.2% | 21.5% | 3.0% | 15.6% |
| Suelo desnudo | 17.2% | 49.8% | 43.3% | 52.7% | 40.1% | 37.3% | 33.5% | 46.6% |
| Graba | 34.9% | 11.3% | 5.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 13.5% | 3.8% |
| Materia Organica | 4.4% | 11.1% | 1.1% | 18.4% | 17.5% | 23.3% | 7.7% | 17.6% |
| subtotal suelo | 56.5% | 72.2% | 50.0% | 71.1% | 57.6% | 60.5% | 54.7% | 67.9% |
| TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

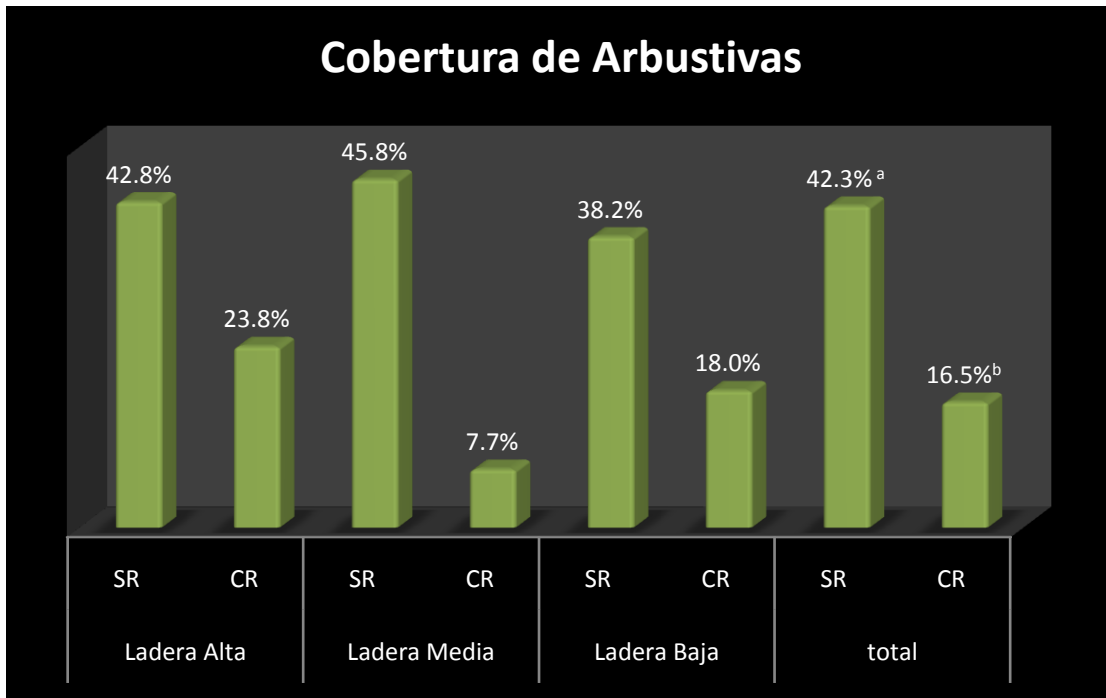


Figura 5. Respuesta del estrato arbustivo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Cobertura de gobernadora y Hojasen. Dentro del estrato arbustivo se analizó estadísticamente la cobertura individual de Gobernadora (*Larrea Tridentata*), Hojasen (*Florenxia cernua*) y se agrupó al resto de las arbustivas bajo el rubro de “otras” por no representar porcentaje considerable en la cobertura.

De acuerdo al Análisis de Varianza por efecto del rodillo triturador sobre la cobertura de gobernadora se observa que existe diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P < 0.1$ (Anexo 3) En el cuadro 1 se observa que la cobertura de gobernadora se fue impactada por efecto del rodillo hasta un 3.8% mientras que en el área sin aplicación del rodillo se observa una cobertura del 22.4% (Cuadro 1 y figura 6) por lo que disminuye un 18.6% de la cobertura absoluta. Se observa en la comparación de medias que existe en la ladera media diferencia entre tratamientos (anexo3) por lo que esta ladera presenta mayor

respuesta al tratamiento con rodillo con un decremento de 39.4% de cobertura de gobernadora, seguida por la ladera alta con un decremento de 16.4% (Cuadro 1 y figura 6).

De acuerdo al Análisis de Varianza por efecto del rodillo triturador sobre la cobertura de Hojasen, se observa que existe diferencia significativa con una probabilidad de $P < 0.5$ (Anexo 4) En el cuadro 1 se observa que la cobertura de Hojasen ha disminuido por efecto del rodillo hasta un 12.7% mientras que en el área sin aplicación del rodillo se observa una cobertura del 19.3% (Cuadro 1 y figura 6) por lo que disminuye un 6.6 % de la cobertura absoluta, se observa mediante la comparación de medias que existe diferencia entre tratamientos en ladera baja (Anexo 4), siendo esta la de mayor respuesta al rodillo con un decremento del 19.8%.

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa que la ladera media tiene menor respuesta a la acción del rodillo con un ligero incremento de 2.6% en la cobertura, en la ladera alta hay un incremento de un 2.3%(Cuadro 1 y figura 6).

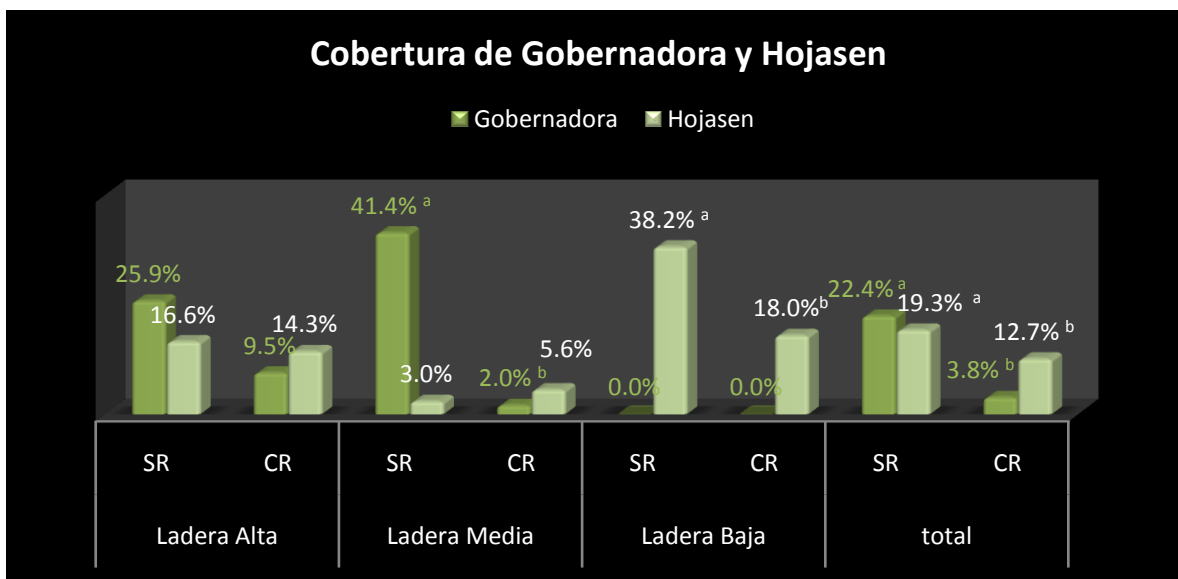


Figura 6. Respuesta de Gobernadora y Hojasen a los tratamientos con rodillo y sin rodillo
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Cobertura de Herbáceas y Gramíneas

Cobertura de herbáceas. De acuerdo al Análisis de Varianza por efecto del rodillo triturador sobre la cobertura del estrato herbáceo, se observa que no existe diferencia entre tratamientos (Anexo 5)

Aunque no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa que la cobertura de Herbáceas incremento por efecto del rodillo hasta 1.3% mientras que en el área no tratada se observa una cobertura de 0.4%(Cuadro 1 y figura 7), teniendo un incremento de un 9.0% en la cobertura absoluta de este estrato. En la ladera baja aumenta la cobertura por efecto del rodillo hasta 1.5% siendo que en el área sin aplicación del rodillo la cobertura es de 0.8%. La ladera media tuvo un incremento en la cobertura de herbáceas de 0.4% en el área donde no se aplico el rodillo a 01.3% en donde se aplico el

tratamiento. La ladera que presenta menor incremento de cobertura absoluta es la ladera alta donde la cobertura aumenta de 0.1% en el área sin aplicación de rodillo a 1.1% en donde se aplicó el rodillo triturador (Cuadro 1 y figura 7)

Cobertura de Gramíneas. De acuerdo al Análisis de Varianza por efecto del rodillo triturador sobre la cobertura de Gramíneas, se observa que existe diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P < 0.1$ (Anexo 6). Se observa que la cobertura de zacates aumenta por efecto del rodillo hasta 14.3% mientras que en el área no tratada se observa una cobertura de 2.6% (Cuadro 1 y figura 8)

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa que la ladera con mayor incremento de cobertura absoluta de zacates es la ladera baja con un incremento de cobertura del 17% que es muy similar a la ladera media con un incremento del 16%, siendo la ladera alta la que tuvo menor respuesta con tan solo un 2% del incremento en cobertura absoluta a consecuencia de que esta ladera tuvo menor respuesta al tratamiento con rodillo (cuadro 1 y figura 7).

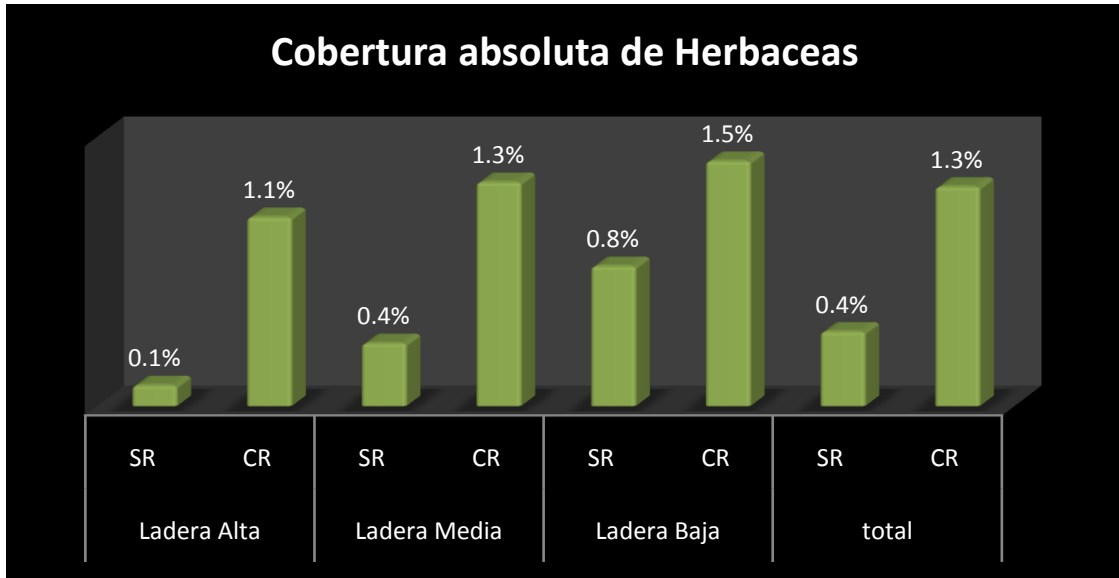


Figura 7. Respuesta de la cobertura de herbáceas a los tratamientos con rodillo y sin rodillo
 SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

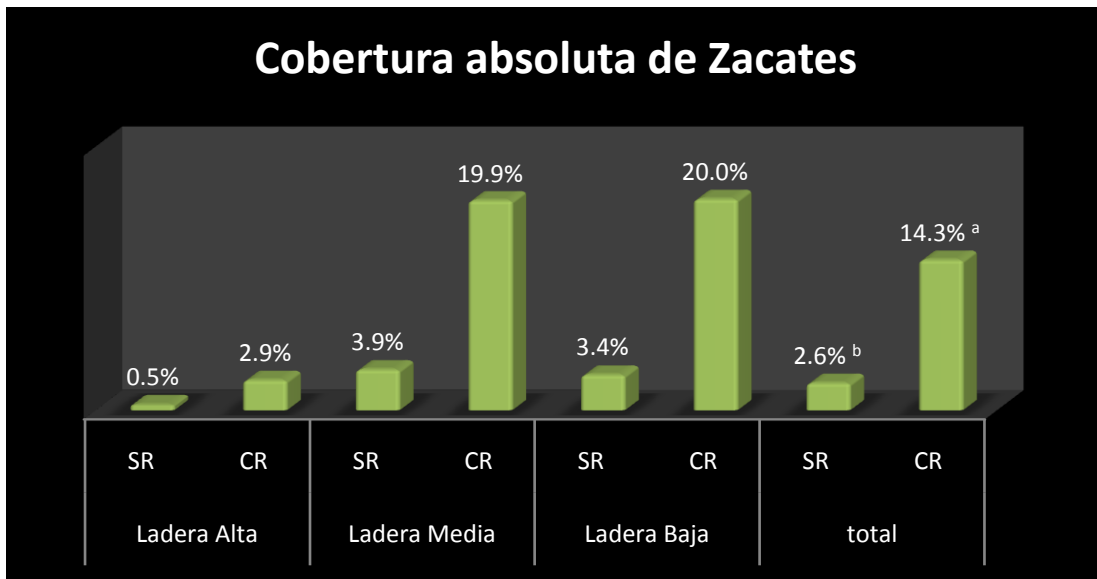


Figura 8. Respuesta de los zacates a los tratamientos con rodillo y sin rodillo
 SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Cobertura de suelo.

En el análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre la cobertura del suelo se observa que existe una diferencia altamente significativa con una probabilidad de $P < 0.1$ (Anexo 7), esto a consecuencia del decremento de la cobertura arbustiva.

La cobertura del suelo incrementó de 54.7% en el área sin tratamiento a 67.9% en el área donde se aplicó el rodillo, incrementando un 13.2%, siendo la ladera media la que mayor incremento tuvo con un incremento de 21%. El suelo desnudo es el que tuvo mayor incremento en cobertura con un 13%, sin embargo la graba tubo un decremento del 10% (Cuadro 1 y figura 9).

Se realizó un análisis estadístico a la materia orgánica por ser de gran importancia para la salud del pastizal. Estadísticamente no existe diferencia significativa para la cobertura de materia orgánica entre tratamientos (Anexo 6), sin embargo podemos ver que hay un incremento del 10% en la cobertura absoluta de materia orgánica siendo la ladera media la de mayor respuesta al paso del rodillo con un incremento del 17% y sin mucha diferencia la ladera alta con 7% y 6% en ladera baja (Cuadro 1 y figura 9). Observando el anexo 6 se puede ver que si en lugar de tomar una probabilidad de $p < 0.05$ se tomara en cuenta una probabilidad de $p < 0.053$, sería significativa la respuesta al tratamiento con rodillo para la cobertura de materia orgánica.

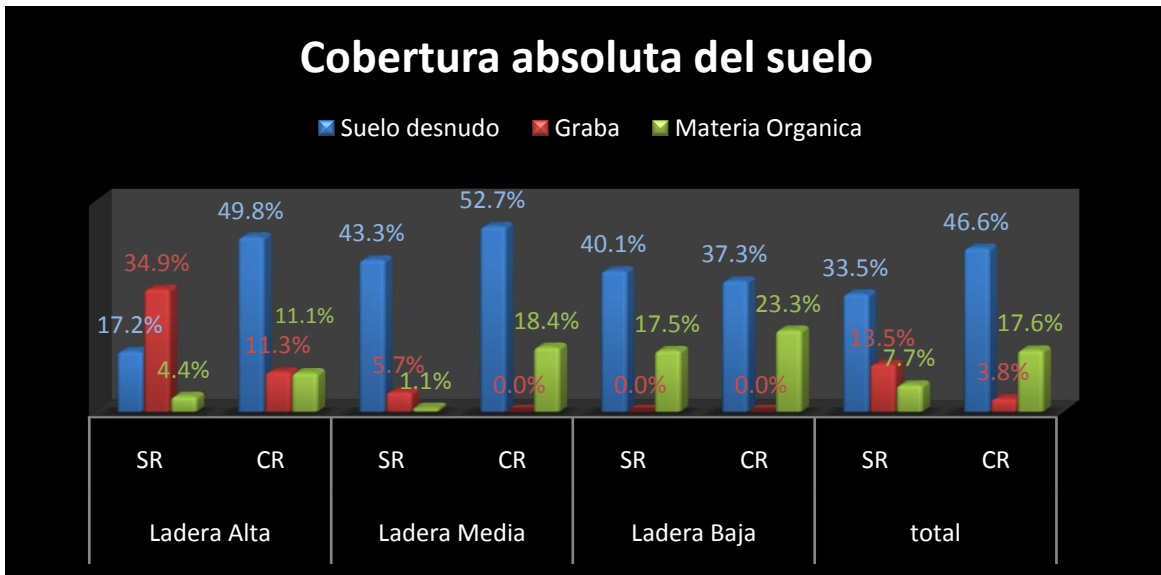


Figura 9. Respuesta de la cobertura absoluta de suelo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo
 SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Existe un mayor porcentaje de cobertura de Materia Orgánica en ladera baja, esto como consecuencia del arrastre por agua, aire y efecto de la gravedad (Cuadro 1 y figura 9).

Densidad

Cobertura del Estrato Arbustivo.

Para el análisis estadístico de la densidad en arbustivas se analizo la densidad de gobernadora (*Larrea tridentata*), Hojasen (*Florencia Cernua*) y el resto de las arbustivas se agrupo en “otras” por no representar un porcentaje considerable en el del área de estudio. También se analizo a todo el estrato arbustivo para comparar los tratamientos.

De acuerdo al análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador para la densidad de arbustivas, no se encontró diferencia significativa (Anexo 8).

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa un aumento del 11.18% plantas/Ha en ladera alta, un decremento en ladera media de 4.97% plantas/Ha y un decremento de 9.94% plantas/Ha en ladera baja dando como resultado una disminución total de 16% plantas/Ha (Cuadro 2 y figura 10).

Densidad de Gobernadora (*Larrea Tridentata*). De acuerdo al análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador para la densidad de Gobernadora, no se encontró diferencia significativa (Anexo 9).

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa en el cuadro 2 que la gobernadora tiene un incremento de 8594 plantas/Ha en toda el área tratada, teniendo un comportamiento variado en las tres laderas donde el mayor diferencia se encuentra en ladera baja con un incremento de 10,000 plantas/Ha, un decremento de 1250 plantas en ladera alta y la ladera media es la que permanece constante con un decremento de solo 156 plantas/Ha.(Cuadro 2 y figura 11)

Cuadro 2. Efecto del rodillo triturador en la densidad relativa del estrato Arbustivo (Plantas/Ha)

| | LADERA ALTA | | LADERA MEDIA | | LADERA BAJA | | TOTAL | |
|-------------------------|-------------|--------|--------------|-------|-------------|--------|--------|--------|
| | SR | CR | SR | CR | SR | CR | SR | CR |
| Gobernadora | 4,219 | 2,969 | 8,281 | 8,125 | 156 | 10,156 | 12,656 | 21,250 |
| Hojasen | 16,563 | 17,344 | 1,094 | 0 | 13,906 | 8,594 | 31,563 | 25,938 |
| Subtotal | 20,781 | 20,313 | 9,375 | 8,125 | 14,063 | 18,750 | 44,219 | 47,188 |
| Mariola | 156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 156 | 0 |
| Nopal | 0 | 156 | 156 | 156 | 156 | 156 | 313 | 469 |
| Tasajillo | 0 | 5,938 | 0 | 0 | 3,594 | 3,906 | 3,594 | 9,844 |
| Falso mesquite | 0 | 156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 156 |
| Cola de Borrego | 0 | 0 | 2,031 | 781 | 0 | 0 | 2,031 | 781 |
| Subtotal "otras" | 156 | 6,250 | 2,188 | 938 | 3,750 | 4,063 | 6,094 | 11,250 |
| Total | 20,938 | 26,563 | 11,563 | 9,063 | 17,813 | 22,813 | 50,313 | 58,438 |
| % | 41.61 | 52.79 | 22.98 | 18.01 | 35.40 | 45.34 | 100 | 116 |
| diferencia | | 11.18 | | -4.97 | | 9.94 | | 16 |

Densidad de Hojasen. De acuerdo al análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador para la densidad de Hojecen (*Flourenzia cernua*), no se encontró diferencia significativa (Anexo 10).

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, en el cuadro 2 se puede ver que el Hojasen técnicamente tuvo mejor respuesta al paso del rodillo, pues la densidad total bajó en 5,625 plantas/Ha, manteniéndose casi constante en la ladera alta, incrementando solo 781

plantas/Ha al igual que la ladera media donde el decremento fue de 1,094 plantas/Ha, en la ladera baja existe la mayor diferencia donde descendió 5,312 plantas/Ha. (Cuadro 2 y figura 11).

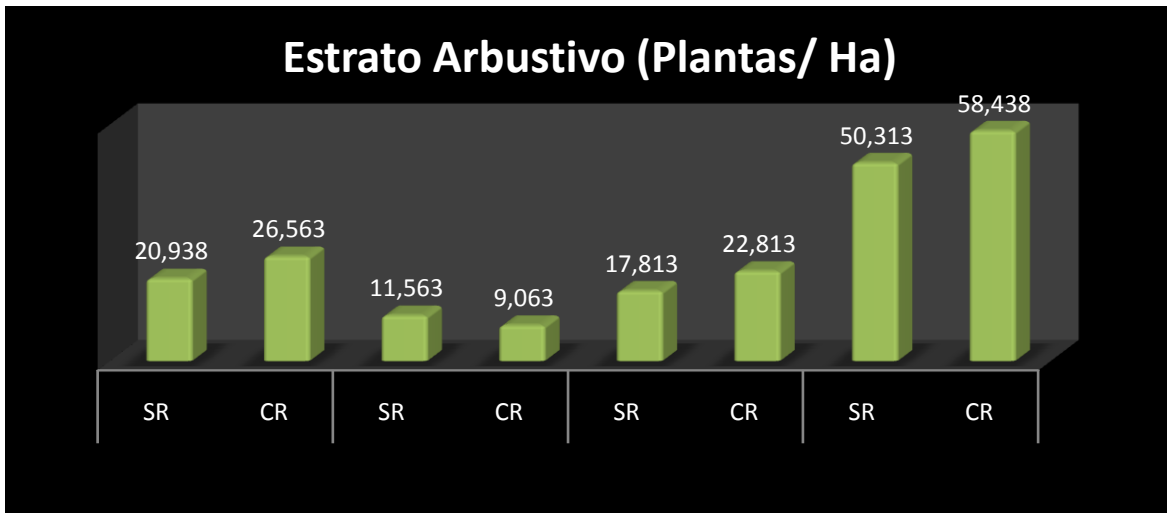


Figura 10. Respuesta del estrato Arbustivo a los tratamientos con rodillo y sin rodillo (Densidad Absoluta)
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

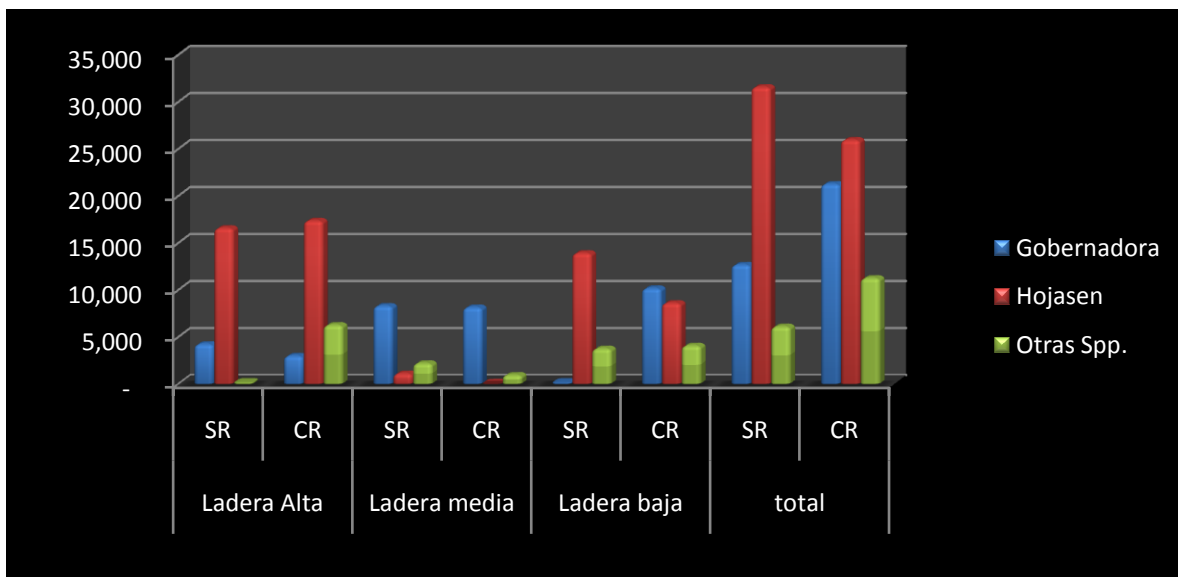


Figura 11. Respuesta de Arbustos a los tratamientos con rodillo y sin rodillo (Plantas/Ha).
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Densidad de Otras especies. Los arbustos que predominan son la gobernadora y el Hojasen por lo que se agruparon el resto de las especies bajo el rubro de “otras especies” por no tener un porcentaje considerable en la densidad total.

De acuerdo al análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador para la densidad de “Otras especies”, no se encontró diferencia significativa (Anexo 10).

Aun que no existe diferencia significativa entre laderas, desde el punto de vista biológico, se observa otras especies incrementa su densidad en 5,156 plantas/Ha. Teniendo su mayor diferencia con un incremento de 6,049 plantas/Ha, en ladera media disminuyo la densidad en 1,250 plantas/Ha y con poca diferencia en ladera baja decreciendo solo 313 plantas/Ha. (cuadro 2 y figura 12).

En el cuadro 2 se puede ver que el arbusto que supera por mucho en numero a los demás es el Tasajillo (*Opuntia Leuptocalis*) y es el que incrementa en el rubro de “otras especies” la cantidad de plantas/Ha, sin embargo se debe tomar encuenta que la reproducción de esta planta es vegetativa y tras el paso del rodillo queda dividida en muchas partes dando origen a mas plantas, por lo que durante el muestreo se contabilizaron, bajo la observación de que la mayor parte están en el estado de plántula (cuadro 2 y figura 12).

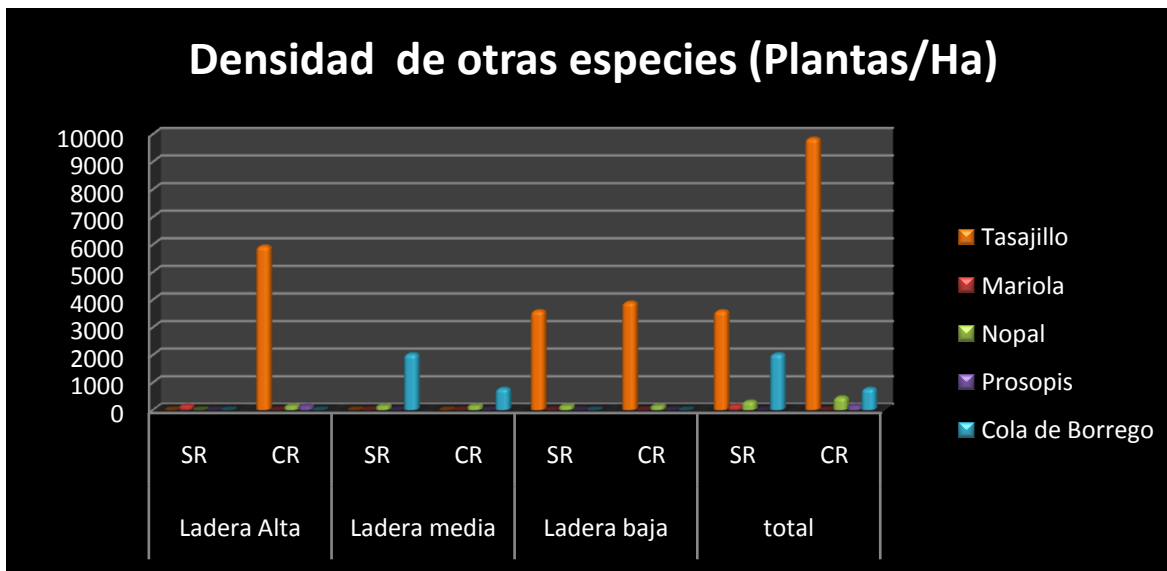


Figura 12. Respuesta de la densidad de “Otras especies” a los tratamientos con rodillo y sin rodillo (Plantas/Ha).
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Si bien la diferencia entre tratamientos de la densidad total de arbustivas no es significativa, en campo durante el muestreo se observó que los arbustos contabilizados en el tratamiento sin rodillo son de mayor tamaño que los contabilizados en el tratamiento con rodillo donde las plantas son notoriamente más pequeñas y de menor edad a consecuencia del rebrote de arbustos principalmente de gobernadora que aumentó en un 11% con respecto a las demás arbustivas, siendo el Hojasen el que técnicamente tuvo menor rebrote por el efecto del paso del rodillo triturador (Cuadro 2 y figura 11). Esto se puede cotejar con la cobertura de las arbustivas en el cuadro 1 donde la cobertura en el tratamiento con rodillo es menor aun que se observe en el cuadro 2 exista la misma densidad de arbustivas entre tratamientos.

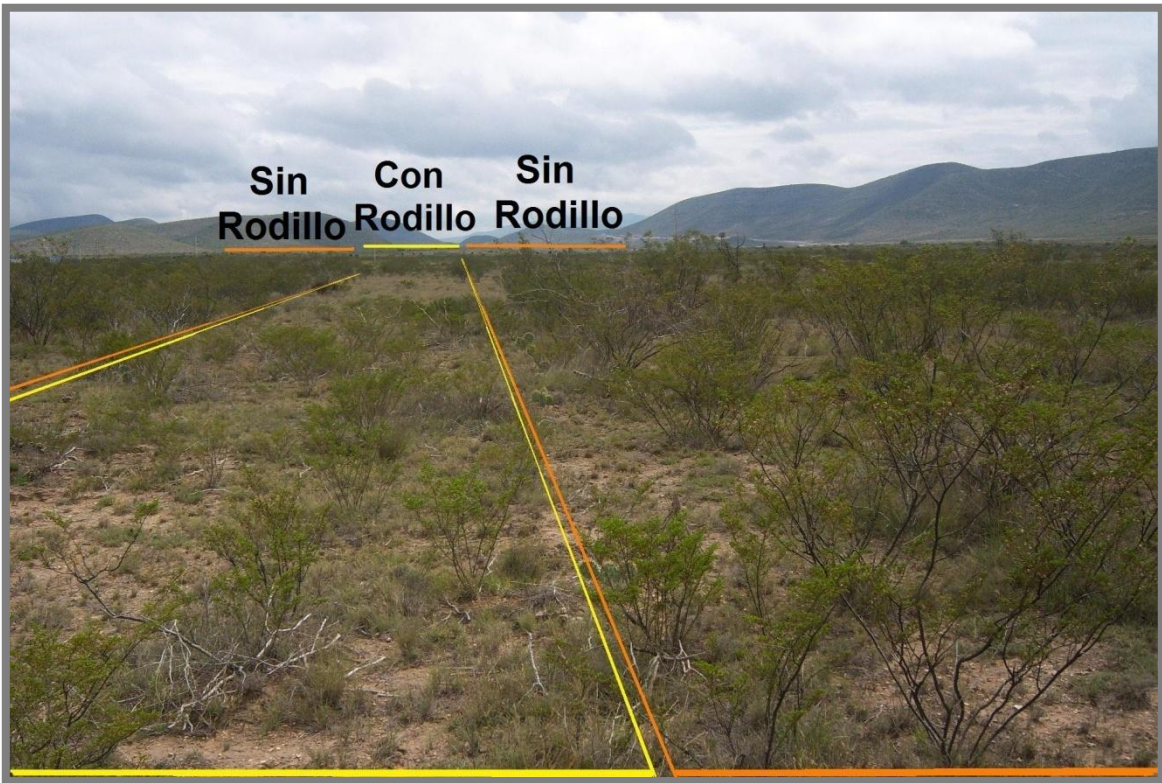


Figura 13 Vista de la ladera media, diferencia entre tratamientos.

Se observa en la foto x la diferencia entre la altura de arbustivas en el área tratada y no tratada, distinguiéndose la presencia de planas jóvenes en el área tratada y plantas adultas en la no tratada. Se observa la gran cantidad de materia orgánica que existe en el área tratada como consecuencia del paso del rodillo.

Producción de forraje

En el análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre la producción observa que existe una diferencia significativa con una probabilidad de $P < 0.5$ (Anexo 12) en el cuadro 3 se puede ver que la producción de forraje aumento de

177.3 Kg/Ha en el tratamiento sin rodillo a 429.3 Kg/Ha en el tratamiento con rodillo (Figura 16) siendo su incremento de 252 Kg/Ha.

Aun que no existe diferencia significativa entre las otras laderas, desde el punto de vista biológico, el mayor incremento estuvo en ladera alta con un incremento en la producción de forraje de 394.8 Kg/Ha seguido por ladera media con un incremento de 371.2 Kg/Ha siendo muy similar la respuesta de estas dos laderas al paso del rodillo triturador, sin embargo en ladera baja no existe respuesta al tratamiento con rodillo teniendo un ligero decremento en la producción de forraje de -9.9 Kg/Ha (Cuadro3 y figura 15). Se puede ver en el cuadro 3 que la mayor producción de forraje es en ladera media. Comparando la cobertura de zacates en ladera media y ladera baja (Cuadro 1) se puede ver que la cobertura entre estos es similar, sin embargo a consecuencia de la diferencia de las especies establecidas entre laderas, la ladera media supera la producción de forraje por 241.9 Kg/Ha a la ladera baja (Cuadro 3 y figura14). El tipo de suelo es un factor que afecta a la producción de forraje pues en ladera baja el tipo de suelo es de tipo salino (Anexo 13) lo cual impide el desarrollo de algunas especies de zacates.

Cuadro 3. Efecto del rodillo triturador sobre la producción de forraje (Kg/Ha)

| P R O D U C C I O N | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|----------|-------|
| Materia Seca | LADERA ALTA | | LADERA MEDIA | | LADERA BAJA | | Promedio | |
| | SR | CR | SR | CR | SR | CR | SR | CR |
| (Kg MS Ha ⁻¹) | 72.3 | 467.1 | 182.5 | 553.7 | 277.1 | 267.2 | 177.3 | 429.3 |

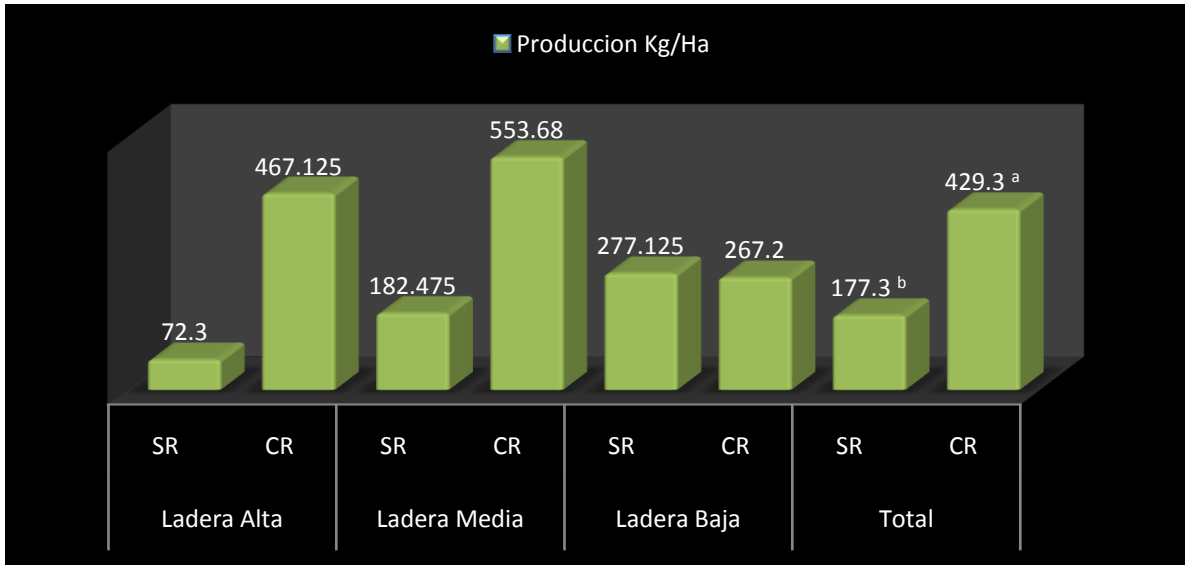


Figura 14. Respuesta de la producción de Forraje a los tratamientos con rodillo y sin rodillo (Kg/Ha).

SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

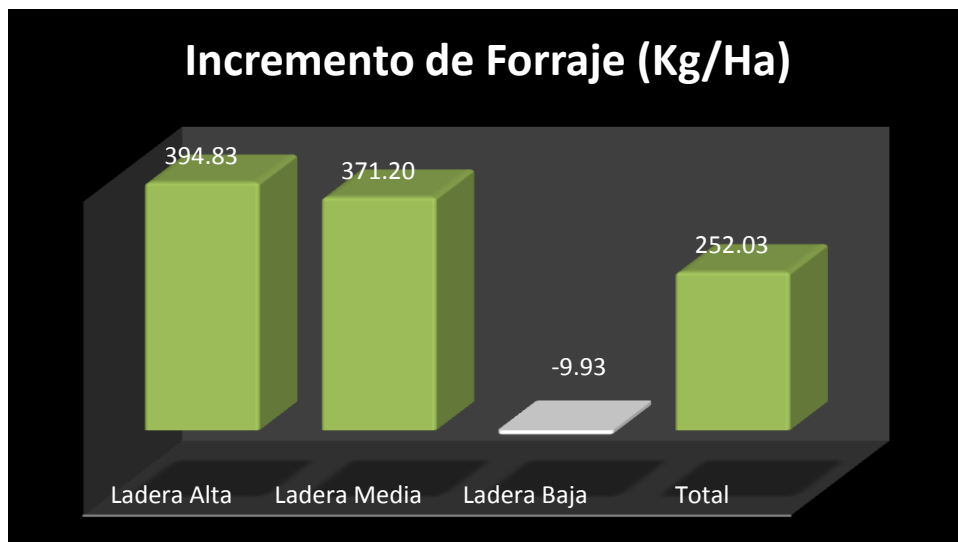


Figura 15. Incremento de la producción de forraje como respuesta al paso del rodillo triturador (Kg/Ha).

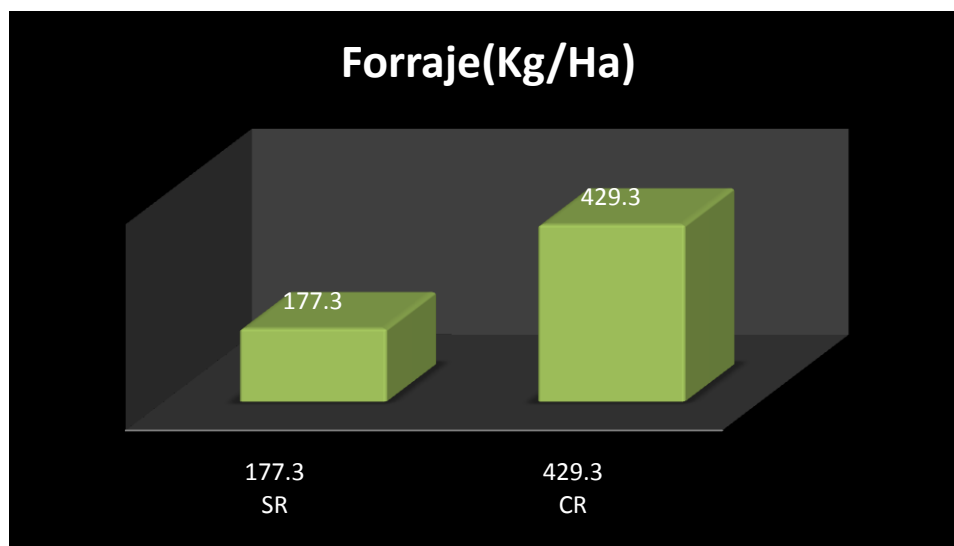


Figura 16. Incremento de la producción total de Forraje como respuesta al paso del rodillo triturador (Kg/Ha)(total de las 3 laderas).
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

Implicaciones practicas de manejo.

Se observa que la capacidad de carga del área tratada aumentó, a consecuencia del paso del rodillo triturador, disminuyendo la cantidad de hectáreas para mantener una UA (Unidad Animal) de 37.6 Ha/UA a 12.6 Ha/UA (Cuadro 4 y figura 18) aumentando un 65% la capacidad de carga total del área tratada. La ladera donde disminuyo en mayor medida la cantidad de hectáreas para mantener una UA fue en ladera alta, donde después del tratamiento con rodillo aumenta la capacidad de carga de 60.81 Ha/UA a 10.5 Ha/UA (Cuadro 4 y figura 17) por lo que se requieren 153% menos para mantener una UA (Figura 19). En la ladera media también aumenta la capacidad de carga con una diferencia de 48% (Figura 19). En la ladera baja casi no cambia la carga animal teniendo un ligero aumento

de 17.8 Ha/UA a 18.4 Ha/UA (Cuadro 4 y figura 17) disminuyendo 2% la capacidad de carga (Figura 19).

Cuadro 4. Efecto del rodillo triturador sobre la Capacidad de Carga.

| P R O D U C C I O N | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------|--------------|-----|-------------|------|-------|------|
| | LADERA ALTA | | LADERA MEDIA | | LADERA BAJA | | total | |
| | SR | CR | SR | CR | SR | CR | SR | CR |
| Ha/UA | 68.1 | 10.5 | 27.0 | 8.9 | 17.8 | 18.4 | 37.6 | 12.6 |

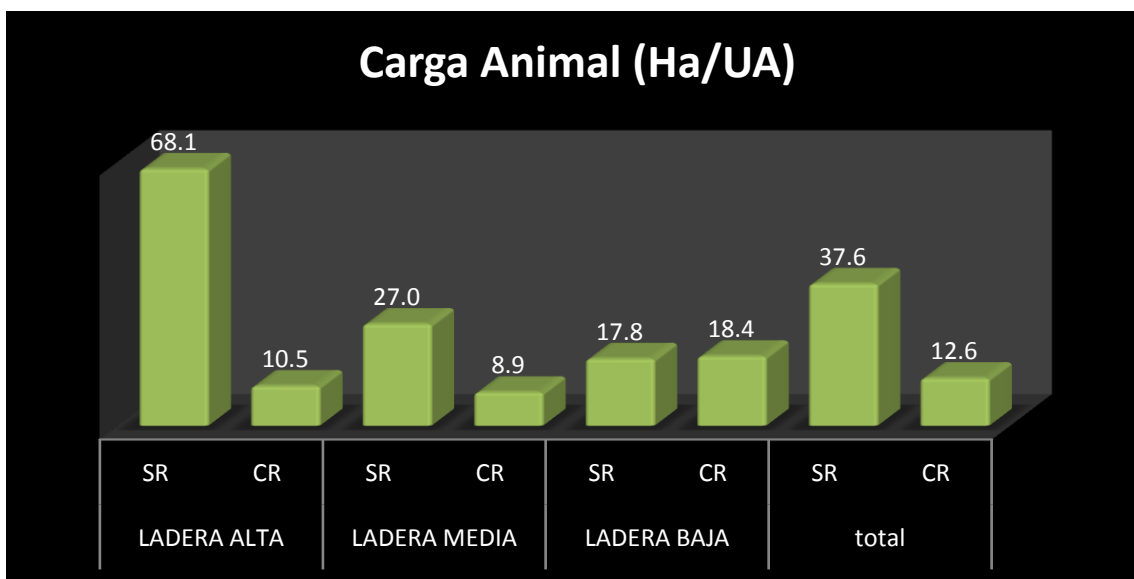


Figura 17. Respuesta al paso del rodillo triturador sobre la Carga Animal (Ha/UA)
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

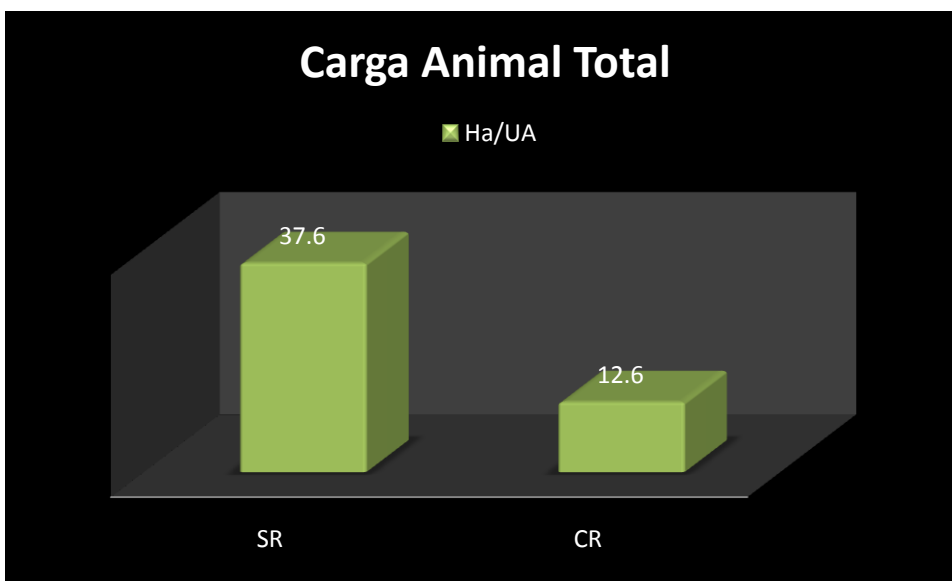


Figura 18. Respuesta al paso del rodillo triturador sobre la Carga Animal en el total del área tratada (Ha/UA).
SR=Sin Rodillo CR= Con Rodillo

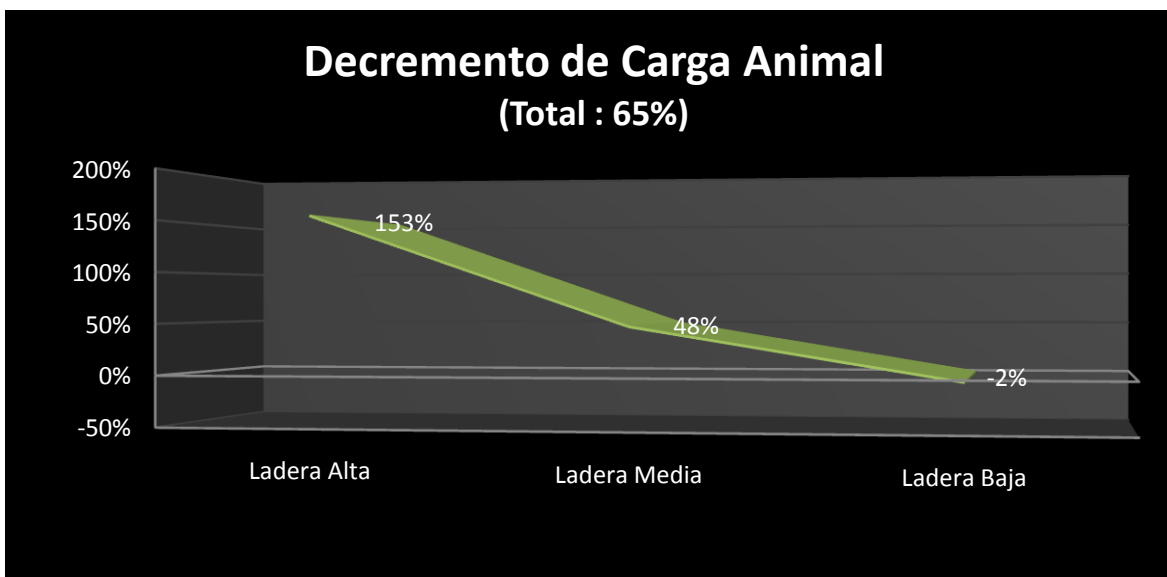


Figura 19. Decremento de hectáreas para mantener una Unidad Animal como respuesta al paso del rodillo triturador (%).



Figura 20. Restos de una planta de gobernadora después del paso del rodillo.

En la figura 20 se puede observar los restos de una gobernadora adulta después de casi 2 años después del paso del rodillo, debajo de la cual van emergiendo plantas de zacate. Los restos de la gobernadora proveen de sombra y materia orgánica a las nuevas plantas de zacate

Conclusiones

- El rodillo rehabilitador disminuyó la cobertura de arbustivas en un 25.8%, siendo la ladera media la que presentó mayor respuesta al paso del rodillo con un descenso de cobertura de 38.1 %. El arbusto que tuvo mayor respuesta al rodillo fue la gobernadora con un decremento 18.6% de cobertura. La cobertura de zacates tiene un efecto positivo al paso del rodillo aumentando la cobertura en un 11.7%. La ladera que tuvo mayor respuesta al tratamiento con rodillo fue la ladera baja con 16.6% de incremento en cobertura. La cobertura del suelo incrementó un 13.2%, siendo la ladera media la que mayor incremento tuvo con un incremento de 21%.
- El rodillo rehabilitador no tuvo efecto en la densidad de arbustivas.
- En la producción de forraje, el rodillo triturador tuvo un efecto positivo al incrementar en 252 Kg/Ha, la ladera con mayor respuesta al tratamiento con rodillo fue la ladera alta con un incremento en la producción de forraje de 394.8 Kg/Ha sin mucha diferencia con la ladera media que aumentó en 371.2 Kg/Ha, sin embargo la ladera baja tuvo un ligero decremento en la producción de forraje disminuyendo 9.9 Kg/Ha.
- El paso del rodillo aumentó considerablemente el mantillo orgánico, dando mejores condiciones para la germinación de semillas de zacate.
- Mejoró de forma drástica el suelo en el área tratada dejando una cama de siembra propicia para el establecimiento de gramíneas.
- El rodillo elimina las especies lignificadas, no siendo así en los arbustos en fase de plantas jóvenes

- Dado que el rodillo triturador tuvo efectos positivos en la rehabilitación del pastizal degradado se acepta la hipótesis planteada H_0 .

Literatura citada

- Nava C.R., Gasto C. J., Armijo C.R. 1976. Arquitectura ecosistémica, fundamentos y génesis. Monografía técnico-científica volumen 2 núm. 10. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Eusebio R., Nava C.R., Gasto J.C. 1976. Comparación de prácticas de resiembra de pastizales en el norte de Zacatecas. Monografía técnico científica vol. 2 núm. 2. 58:100. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Aguirre L.R., Gasto C.J. y Nava C.R. 1976. Estructuras de escurrimiento y captación en pastizales resembrado en el norte de Zacatecas. Monografía técnico científica vol. 2 núm. 2. 101:143. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Gasto C.J., Armijo C.R. 1976. Alternativas de transformación de las zonas áridas. Monografía técnico científica vol. 2 núm. 2. 145:178. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Gutiérrez C.J., Zapien B.M., Medina T.J.G., De la Cruz C.J.A. 1978. Establecimiento de especies forestales en zonas áridas. Monografía técnico científica vol. 4 núm. 10. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Gloria H.G, Medina T.J.G., Garza C.H., De Luna V.R. 1978. Evaluación de estrategias para el mejoramiento de pastizales áridos. Monografía técnico científica vol. 4 núm. 10. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Ibarra F.F.A. 1979. Utilización de estructuras de poceo para el establecimiento de la costilla de vaca *Atriplex canescens* (pursh) nutt. en zonas áridas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Pascual M.M.A. 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). INE. Saltillo, Coahuila.
- Inifap. 2009. <http://www.inifap.chihuahua.gob.mx/index.cfm?id783757&fusedaction=browse&pageid=238>
- Armendáriz del V. R. 2009. [http://fmvz.uat.edu.mx/Ganaderia % 5CMANEJO% 20DE%20PASTIZALES%5C075%20Control%20Quimico%20de%20Arbus](http://fmvz.uat.edu.mx/Ganaderia%205CMANEJO%20DE%20PASTIZALES%20C075%20Control%20Quimico%20de%20Arbus)

tivas%20Y%20Melazas%20en%20praderas%20de%20Pasto%20Buffel.pdf

Ceballos D. 2009. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=76

Bolívar M., Pérez R. L., Figueroa U., Zavala A. 2008. Efecto de la aplicación de biosólidos en la producción de forraje. Memorias del V simposium internacional de pastizales. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Jesús Valdés Reyna J. 2008. Los zacates (poaceae) introducidos en el norte de México. Memorias del V simposium internacional de pastizales. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Gurrola R. N., Chaires H. I. y Murillo O. M. 2008. Evaluación de indicadores para el monitoreo de la salud del pastizal arbosufrutecente en los valles de Durango. Memorias del V simposium internacional de pastizales. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Ibarra F A., Martha H. Rivera M., Aguayo A.H. 2009. Use el rodillo aereador para rehabilitar praderas. <http://www.patrocipes.org.mx/revistarancho/ranchooctubre2002/rodillo.htm>

Carreón H.E., Pineda A.A., Laffón T.A. 2008. Cambios de la cobertura vegetal de la ecorregion desierto chihuahuense: análisis retrospectivo de las décadas 1970-2000. Memorias del V simposium internacional de pastizales. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

AMNSA Monterrey. 2009. <http://www.amnsa.com/Pagina%20Web/Rodillo%20Rehabilitador/Rodillo%20Rehabilitador.htm>

Armendáriz del V. R.. 2009. Control Químico de Arbustivas y Malezas en praderas de pasto Buffel. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. <http://fmvz.uat.edu.mx/Ganaderia%5CMANEJO%20DE%20PASTIZALES%5C075%20Control%20Quimico%20de%20Arbustivas%20Y%20Melazas%20en%20praderas%20de%20Pasto%20Buffel.pdf>

Olivares Sáenz, E. 2004. Elaboración del proyecto técnico: Conservación de agua y suelo en explotaciones pecuarias en la provincia del matorral

tamaulipeco. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ015. México D. F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/Informe%20final%20-%20CJ015YA.pdf>

Valenzuela P., S. 2004. Elaboración del proyecto técnico: Restauración ecológica de comunidades de matorral tamaulipeco en el bajo del río Bravo en el noreste de México. Zona I. Pronatura Noreste, A. C. **Informe final SNIB-CONABIO** proyecto No. CJ026. México D. F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/Informe%20final%20-%20CJ026ok.pdf>

Huss D. 1976. Fundamentos de manejo de pastizales. ITESM división ciencias agropecuarias. Monterrey NL.

Berlanga. R. C. A., Beltrán. L., Martínez. B. O., Hernández. R. y Torres. E. L. M. 2009, Rehabilitación de pastizales en el norte de Coahuila con el uso del rodillo aereador. Memorias del VI simposium internacional de pastizales. Monterrey N.L.

ANEXOS

Anexo 1. Foto satelital del área tratada.



Anexo 2. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de Arbustivas en un pastizal degradado.

www.zeallsoft.com
C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|----|------------|------------|---------|-------|
| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
| REPETICIONES | 3 | 97.254150 | 32.418049 | 3.2111 | 0.053 |
| FACTOR A | 2 | 38.380859 | 19.190430 | 1.9009 | 0.183 |
| FACTOR B | 1 | 459.946777 | 459.946777 | 45.5591 | 0.000 |
| INTERACCION | 2 | 56.853516 | 28.426758 | 2.8158 | 0.090 |
| ERROR | 15 | 151.434082 | 10.095606 | | |
| TOTAL | 23 | 803.869385 | | | |

C.U. = 26.50%

Análisis de variancia de la cobertura total del Estrato Arbustivo.

www.zeallsoft.com
 C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|--------------|----------------|---------------|----------------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 15.9281 | 11.4638 | 13.6960 |
| 2 | 16.4426 | 4.9067 | 10.6746 |
| 3 | 16.7267 | 6.4605 | 11.5936 |
| MEDIA | 16.3658 | 7.6104 | 11.9881 |

Medias de los tratamientos de la cobertura total del Estrato Arbustivo.

www.zeallsoft.com
 C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-----------|
| 1 | 16.3658 A |
| 2 | 7.6104 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 2.7608
 VALORES DE TABLAS:
 $q(0.05) = 3.01$ $q(0.01) = 4.17$

Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. Estrato Arbustivo.

Anexo 3. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de Gobernadora (*Larrea Tridentata*) en un pastizal degradado.

www.zeallsoft.com
C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|------------|---------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 56.938477 | 18.979492 | 2.1401 | 0.137 |
| FACTOR A | 2 | 364.852783 | 182.426392 | 20.5700 | 0.000 |
| FACTOR B | 1 | 173.470215 | 173.470215 | 19.5602 | 0.001 |
| INTERACCION | 2 | 168.409180 | 84.204590 | 9.4947 | 0.002 |
| ERROR | 15 | 133.028198 | 8.868546 | | |
| TOTAL | 23 | 896.698853 | | | |

C.U. = 45.72%

Análisis de variancia de la cobertura de Gobernadora (*Larrea Tridentata*).

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 10.9988 | 7.4521 | 9.2254 |
| 2 | 15.6079 | 3.0238 | 9.3159 |
| 3 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| MEDIA | 9.2023 | 3.8253 | 6.5138 |

Medias de los tratamientos de la cobertura de Gobernadora (*Larrea Tridentata*).

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|----------|
| 1 | 9.2023 A |
| 2 | 3.8253 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 2.5876
 VALORES DE TABLAS:
 $q(0.05) = 3.01$ $q(0.01) = 4.17$

Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. Cobertura Gobernadora (*Larrea Tridentata*)

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 2 DEL FACTOR A

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-----------|
| 1 | 15.6079 A |
| 2 | 3.0238 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 4.4819
 VALORES DE TABLAS:
 $q(0.05) = 3.01$ $q(0.01) = 4.17$

Comparación de medias de la cobertura de Gobernadora (*Larrea Tridentata*) de ladera media mediante la prueba de Tukey.

Anexo4. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de Hojasen (*Flourenzia cernua*) en un pastizal degradado.

www.zeallsoft.com

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

ANALISIS DE VARIANZA

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|------------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 110.455811 | 36.818604 | 2.6660 | 0.085 |
| FACTOR A | 2 | 263.228638 | 131.614319 | 9.5299 | 0.002 |
| FACTOR B | 1 | 77.041748 | 77.041748 | 5.5784 | 0.031 |
| INTERACCION | 2 | 134.579224 | 67.289612 | 4.8723 | 0.023 |
| ERROR | 15 | 207.159912 | 13.810660 | | |
| TOTAL | 23 | 792.465332 | | | |

C.V. = 46.57%

Análisis de variancia de la cobertura total de Hojasen (*Flourenzia cernua*).

C:\Users\UCTAVI~1\DOCUME~1\LANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|---------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 9.0693 | 8.4406 | 8.7549 |
| 2 | 3.5207 | 3.6655 | 3.5931 |
| 3 | 16.7267 | 6.4605 | 11.5936 |
| MEDIA | 9.7722 | 6.1889 | 7.9805 |

Medias de los tratamientos de la cobertura total de Hojasen (*Flourenzia cernua*).

C:\Users\UCTAVI~1\DOCUME~1\LANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|----------|
| 1 | 9.7722 A |
| 2 | 6.1889 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 3.2291
 VALORES DE TABLAS:
 $q<0.05> = 3.01$ $q<0.01> = 4.17$

Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. Cobertura de Hojasen (*Flourenzia cernua*)

C:\Users\UCTAVI~1\DOCUME~1\LANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B DENTRO DEL NIVEL 3 DEL FACTOR A

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-----------|
| 1 | 16.7267 A |
| 2 | 6.4605 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 5.5930
 VALORES DE TABLAS:
 $q<0.05> = 3.01$ $q<0.01> = 4.17$

Comparación de medias de la cobertura de Hojasen (*Flourenzia cernua*) de ladera baja mediante la prueba de Tukey.

Anexo 5. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de Herbáceas en un pastizal degradado.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
| REPETICIONES | 3 | 21.498512 | 7.166171 | 3.1756 | 0.054 |
| FACTOR A | 2 | 0.266266 | 0.133133 | 0.0590 | 0.943 |
| FACTOR B | 1 | 1.623138 | 1.623138 | 0.7193 | 0.586 |
| INTERACCION | 2 | 2.413719 | 1.206860 | 0.5348 | 0.601 |
| ERROR | 15 | 33.849777 | 2.256652 | | |
| TOTAL | 23 | 59.651413 | | | |

C.U. = 77.42%

Análisis de variancia de la cobertura de Herbáceas.

| TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB | | | |
|------------------------------------|----------|--------|--------|
| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
| | 1 | 2 | |
| 1 | 1.2500 | 2.3803 | 1.8152 |
| 2 | 1.5406 | 2.3250 | 1.9328 |
| 3 | 2.2500 | 1.8957 | 2.0728 |
| MEDIA | 1.6802 | 2.2003 | 1.9402 |

Medias de los tratamientos de la cobertura de cobertura de Herbáceas

Anexo 6. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de Zacate en un pastizal degradado.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|----|------------|------------|--------|-------|
| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
| REPETICIONES | 3 | 91.795044 | 30.598349 | 2.1443 | 0.137 |
| FACTOR A | 2 | 93.614746 | 46.807373 | 3.2802 | 0.065 |
| FACTOR B | 1 | 130.373901 | 130.373901 | 9.1365 | 0.008 |
| INTERACCION | 2 | 25.459717 | 12.729858 | 0.8921 | 0.567 |
| ERROR | 15 | 214.042847 | 14.269523 | | |
| TOTAL | 23 | 555.286255 | | | |

C.U. = 70.77%

Análisis de variancia de la cobertura de zacates.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|---------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 1.6854 | 3.4622 | 2.5738 |
| 2 | 3.8417 | 10.2977 | 7.0697 |
| 3 | 3.4931 | 9.2445 | 6.3688 |
| MEDIA | 3.0067 | 7.6681 | 5.3374 |

Medias de los tratamientos de la cobertura total de los zacates.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|----------|
| 2 | 7.6681 A |
| 1 | 3.0067 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 3.2823

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 3.01$ $q(0.01) = 4.17$

Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey. Zacates.

Anexo 7. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la cobertura de suelo en un pastizal degradado.

C:\Users\VOCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 8.703125 | 2.901042 | 0.4928 | 0.696 |
| FACTOR A | 2 | 3.149414 | 1.574707 | 0.2675 | 0.772 |
| FACTOR B | 1 | 54.345703 | 54.345703 | 9.2324 | 0.008 |
| INTERACCION | 2 | 1.371094 | 0.685547 | 0.1165 | 0.890 |
| ERROR | 15 | 88.295898 | 5.886393 | | |
| TOTAL | 23 | 155.865234 | | | |

C.U. = 12.74%

Análisis de variancia de la cobertura total del Suelo.

C:\Users\VOCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|---------|---------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 18.3513 | 20.6842 | 19.5177 |
| 2 | 17.2823 | 20.6196 | 18.9510 |
| 3 | 16.9643 | 20.3226 | 18.6435 |
| MEDIA | 17.5326 | 20.5421 | 19.0374 |

Medias de los tratamientos de la cobertura total del suelo.

C:\Users\VOCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-----------|
| 2 | 20.5421 A |
| 1 | 17.5326 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 2.1081

VALORES DE TABLAS:
 $q<0.05> = 3.01$ $q<0.01> = 4.17$

Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey.

Cobertura del suelo.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|------------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 82.552490 | 27.517496 | 1.0477 | 0.401 |
| FACTOR A | 2 | 42.078735 | 21.039368 | 0.8011 | 0.529 |
| FACTOR B | 1 | 114.874146 | 114.874146 | 4.3737 | 0.052 |
| INTERACCION | 2 | 30.181152 | 15.090576 | 0.5746 | 0.579 |
| ERROR | 15 | 393.966797 | 26.264454 | | |
| TOTAL | 23 | 663.653320 | | | |

C.U. = 73.17%

Análisis de variancia de la cobertura de Materia Orgánica

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 4.6507 | 8.1311 | 6.3909 |
| 2 | 2.0490 | 9.5074 | 5.7782 |
| 3 | 7.7489 | 9.9369 | 8.8429 |
| MEDIA | 4.8162 | 9.1918 | 7.0040 |

Medias de los tratamientos de la cobertura total del suelo.

Anexo 8. Análisis de variancia para el efecto del rodillo triturador sobre de la densidad de Arbustivas en un pastizal degradado.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|-----------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 1.264160 | 0.421387 | 0.1858 | 0.904 |
| FACTOR A | 2 | 20.549500 | 10.274750 | 4.5296 | 0.028 |
| FACTOR B | 1 | 0.285034 | 0.285034 | 0.1257 | 0.727 |
| INTERACCION | 2 | 3.182922 | 1.591461 | 0.7016 | 0.515 |
| ERROR | 15 | 34.025208 | 2.268347 | | |
| TOTAL | 23 | 59.306824 | | | |

C.U. = 28.71%

Análisis de variancia de la densidad del Estrato Arbustivo.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 5.7791 | 6.4027 | 6.0909 |
| 2 | 4.3611 | 3.5563 | 3.9587 |
| 3 | 5.2732 | 6.1082 | 5.6907 |
| MEDIA | 5.1378 | 5.3558 | 5.2468 |

Medias de la densidad del Estrato Arbustivo.

Anexo 9. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la densidad de Gobernadora (*Larrea Tridentata*) en un pastizal degradado.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 12.150284 | 4.050095 | 1.4669 | 0.263 |
| FACTOR A | 2 | 5.056595 | 2.528297 | 0.9157 | 0.576 |
| FACTOR B | 1 | 1.701080 | 1.701080 | 0.6161 | 0.550 |
| INTERACCION | 2 | 8.734573 | 4.367287 | 1.5818 | 0.237 |
| ERROR | 15 | 41.414215 | 2.760948 | | |
| TOTAL | 23 | 69.056747 | | | |

C.U. = 62.08%

Análisis de variancia de la densidad Gobernadora (*Larrea Tridentata*)

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 2.6887 | 2.3155 | 2.5021 |
| 2 | 3.4389 | 3.1718 | 3.3053 |
| 3 | 1.1035 | 3.3412 | 2.2224 |
| MEDIA | 2.4104 | 2.9429 | 2.6766 |

Medias de la densidad de Gobernadora (*Larrea Tridentata*)

. **Anexo 10.** Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la densidad de Hojasen (*Flourenzia cernua*) en un pastizal degradado

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 5.870789 | 1.956930 | 1.2637 | 0.322 |
| FACTOR A | 2 | 65.020966 | 32.510483 | 20.9946 | 0.000 |
| FACTOR B | 1 | 2.673309 | 2.673309 | 1.7264 | 0.207 |
| INTERACCION | 2 | 3.194244 | 1.597122 | 1.0314 | 0.382 |
| ERROR | 15 | 23.227783 | 1.548519 | | |
| TOTAL | 23 | 99.987091 | | | |

C.U. = 35.69%

Análisis de variancia de la densidad de Hojasen (*Flourenzia cernua*).

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 5.1475 | 5.3150 | 5.2312 |
| 2 | 1.5600 | 1.0000 | 1.2800 |
| 3 | 4.7550 | 3.1450 | 3.9500 |
| MEDIA | 3.8208 | 3.1533 | 3.4871 |

Medias de la densidad de Hojasen (*Flourenzia cernua*).

Anexo 11. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la densidad de “Otras Especies” en un pastizal degradado

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E U A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 2.048447 | 0.682816 | 0.2681 | 0.848 |
| FACTOR A | 2 | 2.170906 | 1.085453 | 0.4262 | 0.665 |
| FACTOR B | 1 | 1.068924 | 1.068924 | 0.4197 | 0.533 |
| INTERACCION | 2 | 2.615440 | 1.307720 | 0.5135 | 0.613 |
| ERROR | 15 | 38.199173 | 2.546612 | | |
| TOTAL | 23 | 46.102890 | | | |

C.U. = 82.49%

Análisis de variancia de la densidad de “Otras Especies”

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 1.1035 | 2.4347 | 1.7691 |
| 2 | 1.7865 | 1.5695 | 1.6780 |
| 3 | 2.2806 | 2.4327 | 2.3566 |
| MEDIA | 1.7235 | 2.1456 | 1.9346 |

Medias de la densidad de “Otras Especies”

Anexo 12. Análisis de varianza para el efecto del rodillo triturador sobre de la producción de forraje en un pastizal degradado.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

| FU | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| REPETICIONES | 3 | 12.541077 | 4.180359 | 0.5824 | 0.639 |
| FACTOR A | 2 | 3.667725 | 1.833862 | 0.2555 | 0.780 |
| FACTOR B | 1 | 41.077454 | 41.077454 | 5.7226 | 0.029 |
| INTERACCION | 2 | 12.793030 | 6.396515 | 0.8911 | 0.566 |
| ERROR | 15 | 107.671387 | 7.178092 | | |
| TOTAL | 23 | 177.750671 | | | |

C.U. = 54.77%

Análisis de varianza de Producción.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

| FACTOR A | FACTOR B | | MEDIA |
|----------|----------|--------|--------|
| | 1 | 2 | |
| 1 | 2.5439 | 6.6350 | 4.5895 |
| 2 | 3.8777 | 7.0090 | 5.4434 |
| 3 | 4.3275 | 4.9548 | 4.6412 |
| MEDIA | 3.5831 | 6.1996 | 4.8913 |

Medias de producción.

C:\Users\OCTAVI~1\DOCUME~1\RANCHO~1\Tesis\UANL\aaa.EXE

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|----------|
| 2 | 6.1996 A |
| 1 | 3.5831 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
 TUKEY = 2.3280
 VALORES DE TABLAS:
 $q(0.05) = 3.01$ $q(0.01) = 4.17$

Comparación de medias de Producción mediante la prueba de Tukey.

Anexo 13. Fragmento de carta de uso potencial del suelo. (INEGI 2007)

