

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Riqueza de especies, cobertura y dinámica de plantas de importancia forrajera en un zacatal semidesértico en el sureste de Coahuila, México

Por:

LILITH JACQUELINE CONTRERAS OLIVAR

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Riqueza de especies, cobertura y dinámica de plantas de importancia
forrajera en un zacatal semidesértico en el sureste de Coahuila,
México

POR:

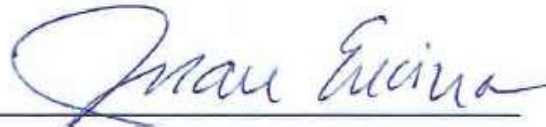
LILITH JACQUELINE CONTRERAS OLIVAR

TESIS

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Asesor Principal



Dr. José Javier Ochoa Espinoza

Coasesor



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Coasesor



M.C. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2024.

Declaración de no plagio

El principal autor de esta tesis quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); por comprar, robar, pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citas textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamiento de un autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular correspondiente.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original y no ha sido presentado en otra institución que no sea la correspondiente.

Pasante



Lilith Jacqueline Contreras Olivar

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

Por ser un pilar en mi vida y un motivo de aspiración; gracias por brindarme su confianza a pesar de largos kilómetros de distancia y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes, sin ustedes nada hubiera sido posible.

A MIS HERMANOS.

Por motivarme a realizar todos mis sueños, y enseñarme a no quebrantarse en situaciones difíciles; gracias por darme todo su apoyo y estar conmigo siempre.

AGRADECIMIENTOS

*Le doy gracias a **Dios**, por nunca haberme dejado sola en mis largos caminos.*

*A **mis padres y hermanos** por darme todas las herramientas necesarias para afrontar cada obstáculo que se presentara.*

*A **mi sobrino** por ser la personita que llenaba mis días de alegría con una videollamada a pesar de que tan duro fuera el día.*

*A **Juan Carlos Herrera C.** por ser la persona que siempre me recordaba mis fortalezas, por nunca dejarme sola en momentos difíciles y por creer en mí cuando yo misma dudaba.*

*A mis asesores **Dr. Juan Encina** y **Dr. Javier Ochoa** por su tiempo y dedicación en sus asesoramientos y ayudarme a culminar mis estudios.*

*A mi “**Alma Terra Mater**” por ser mi segunda casa y brindarme los conocimientos necesarios para ser competente en el campo mexicano.*

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Vista panorámica de un zacatal en el sureste de México.....	5
Figura 2.	Porcentaje de utilización y nivel de residuo.....	11
Figura 3.	Localización del zacatal bajo estudio en el sureste de Coahuila.....	18
Figura 4.	Parcelas de exclusión y control.....	20
Figura 5.	Cobertura vegetal de exclusión y control por cada una de las gramíneas.....	27
Figura 6.	Cobertura vegetal de las áreas de exclusión y control por cada especie evaluada de hierbas perennes.....	28
Figura 7.	Cobertura vegetal en las áreas de exclusión y control de hierbas anuales y bianuales por especie.....	29
Figura 8.	Riqueza de gramíneas de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.....	31
Figura 9.	Riqueza de Hierbas perennes de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.....	32
Figura 10.	Riqueza de Hierbas anuales y bianuales de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.....	33
Figura 11.	Cobertura vegetal de la forma biológica de gramíneas clasificadas de acuerdo a su valor forrajero Excelente (F ₄).....	35
Figura 12.	Cobertura vegetal de la forma biológica de gramíneas clasificadas de acuerdo a su valor forrajero bueno (F ₃).	35
Figura 13.	Cobertura vegetal de la forma biológica de Gramíneas clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F ₁).	36
Figura 14.	Cobertura vegetal de la forma biológica de Hierbas perennes clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F ₁).	37
Figura 15.	Cobertura vegetal de la forma biológica de Hierbas anuales y bianuales clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F ₁).....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes de las pasturas y su concentración en base seca.....	14
Cuadro 2. Valor de la cobertura vegetal en condiciones de exclusión y control en tres formas biológicas diferentes.....	25
Cuadro 3. Valor de probabilidad estadística para los ocho interceptos de las tres formas biológicas.	30
Cuadro 4. Valor forrajero de clasificación excelente (F_4), frecuencia y cobertura vegetal en condiciones de exclusión vs. control de cuatro zacates.	39
Cuadro 5. Valor forrajero de clasificación buena (F_3), frecuencia y cobertura vegetal en condiciones de exclusión vs. control de cinco zacates.	40

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	3
Objetivo General	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Distribución de zacatal a nivel mundial y en Norteamérica.....	4
2.2 Distribución y ecología de los zacatales en México.....	5
2.3 Distribución de zacatales en Coahuila.....	6
2.4 Vegetación del Estado de Coahuila.....	6
2.5 Importancia de los zacatales en la ganadería extensiva	7
2.6 Utilización y sobreapacentamiento de los zacatales en México.	8
2.7 Efecto del apacentamiento en un zacatal semidesértico	10
2.8 Impacto del apacentamiento sobre el valor forrajero	11
2.9 Manejo y exclusión del apacentamiento en un zacatal.....	12
2.10 Valor nutricional forrajero.....	13
2.11 Medición del valor nutritivo de los forrajes	14
2.12 Factores que afectan el valor nutritivo	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Descripción del área de estudio.....	17
3.1.1 Clima	17
3.1.2 Suelo	17

3.1.3 Vegetación.....	17
3.2 Metodología.....	18
3.2.1. Área experimental.....	19
3.2.1.1 Uso productivo actual	19
3.2.1.2 Establecimiento de las parcelas	19
3.2.1.3 Muestreo.....	20
3.2.1.3.1 Estimación de la cobertura vegetal por especie.....	20
3.2.1.3.2 Identificación de especies vegetales.....	21
3.2.1.3.3 Asignación de valor forrajero.....	21
3.2.1.3.4 Temporalidad del muestreo.....	22
3.2.1.4 Materiales	22
3.2.1.5 Variables evaluadas	22
3.3 Análisis Estadístico.....	22
3.3.1 Diseño experimental y Modelo experimental.....	23
IV. RESULTADOS	25
4.1 Cobertura vegetal	25
4.1.1 Cobertura vegetal exclusión vs. control.....	25
4.1.2 Cobertura vegetal por forma biológica	26
4.1.3 Interacción dentro de las tres formas biológicas	29
4.2 Riqueza	30
4.2.1 Riqueza de especies de tres formas biológicas por sitio.....	30
4.3 Valor forrajero	34
4.3.1 Valor forrajero basado en cobertura vegetal	34
4.3.2 Mejor valor forrajero	39
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	44

VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. LITERATURA CITADA	46
VIII. ANEXOS	61

RESUMEN

Los zacatales son base para la ganadería extensiva, ya que son la fuente más económica y disponible de forraje para consumo del ganado doméstico. Este estudio se realizó en un zacatal semidesértico del ejido Jagüey de Ferniza en el sureste de Coahuila, México, con el objetivo de conocer la respuesta de las especies de plantas en relación a su valor forrajero, cobertura vegetal y composición botánica, ante un escenario de exclusión y pastoreo continuo, con una carga animal no determinada, evaluadas durante un periodo de cinco años. Se establecieron de forma permanente ocho pares de parcelas de 252 m² (14 x 18 m) y dos sub-parcelas al interior de 100 m² (10 x 10 m). En el verano y durante la época de lluvias se evaluó la vegetación en las sub-parcelas para determinar cobertura vegetal, riqueza de especies y dinámica de especies en base al valor forrajero con método cualitativo de carácter estimatorio propuesta por Daubenmire, el cual consiste en la utilización de un cuadrante de 1m² para la obtención de cobertura vegetal. Se colectaron muestras botánicas para su posterior identificación, clasificación de valor forrajero y elaboración de un listado florístico. Se registraron 131 plantas, un árbol, 16 arbustos, cuatro cactáceas, 28 gramíneas perennes, 68 hierbas perennes, 16 hierbas anuales y dos hierbas bianuales, seleccionando en base a criterios de valor forrajero y consumo animal tomando solo tres formas biológicas correspondiente a zacates y hierbas con un total de 48 especies, las cuales fueron 20 gramíneas, 14 hierbas perennes y 14 hierbas anuales. Las especies de zacates con mayor cobertura vegetal fueron *Bouteloua gracilis* (82%) y *Erioneuron avenaceum* (81%); seguido de *Acalypha monostachya* (51%) correspondiente a hierbas perennes, y las hierbas anuales y bianuales fueron *Loeselia greggii*, *Euphorbia serrula* y *E. exstipulata* (entre 37 y 44%) presentes en las áreas de exclusión. El área de exclusión presentó la mayor riqueza con abundancia de *Bouteloua gracilis*. Las gramíneas constituyeron el grupo funcional con mayor cobertura, la riqueza de especies fue mayor en las áreas de exclusión con dominancia de gramíneas y se documentó que el escenario de exclusión promueve la ocurrencia de zacates de excelente valor forrajero (F₄).

Palabras clave: Zacatal, riqueza de especies, valor forrajero

ABSTRACT

Grassland are the basis for extensive livestock farming, as they are the most economical and available source of forage for domestic livestock consumption. This study was conducted in a semidesert zacatal in the ejido Jagüey de Ferniza in southeastern Coahuila, Mexico, with the aim of understanding the response of plant species in relation to their forage value, vegetation cover, and botanical composition, under scenarios of exclusion and continuous grazing, with an undetermined animal load, evaluated over a period of five years. Eight pairs of permanent plots of 252 m² (14 x 18 m) were established, with two sub-plots within each measuring 100 m² (10 x 10 m). During the summer and rainy seasons, vegetation in the sub-plots was evaluated to determine vegetation cover, species richness, and species dynamics based on forage value using a qualitative estimator method proposed by Daubenmire, which involves the use of a 1 m² quadrant to obtain vegetation cover. Botanical samples were collected for subsequent identification, classification of forage value, and preparation of a floristic list. A total of 131 plants were recorded, including one tree, 16 shrubs, four cacti, 28 perennial grasses, 68 perennial herbs, 16 annual herbs, and two biennial herbs, selecting based on forage value and animal consumption criteria, considering only three biological forms corresponding to grasses and herbs, totaling 48 species, including 20 grasses, 14 perennial herbs, and 14 annual herbs. The grass species with the highest vegetation cover were *Bouteloua gracilis* (82%) and *Erioneuron avenaceum* (81%), followed by *Acalypha monostachya* (51%) corresponding to perennial herbs, and the annual and biennial herbs *Loeselia greggii*, *Euphorbia serrula*, and *E. exstipulata* (between 37 and 44%) present in the exclusion areas. The exclusion area showed the highest richness with abundance of *Bouteloua gracilis*. Grasses constituted the functional group with the highest cover, species richness was higher in the exclusion areas with dominance of grasses, and it was documented that the exclusion scenario promotes the occurrence of grasses with excellent forage value (F₄).

Key words: *Grassland, species richness, forage value.*

I. INTRODUCCIÓN

Las gramíneas son especies de plantas importantes en el norte de México debido a que son los componentes estructurales del estrato herbáceo en las comunidades vegetales (Tapia, 1982), cuando son dominantes en la fisonomía y estructura constituyen a los zacatales de México, ocupan 118,320 km², equivalente al 6.1% del territorio nacional. Esta vegetación proporciona varios productos y servicios ambientales a la sociedad, uno de esos es la utilización de los zacatales como fuente de alimento para la ganadería extensiva (Jurado-Guerra *et al.*, 2021).

El uso frecuente de los animales y un inadecuado manejo del terreno ha provocado el sobreapacentamiento y la erosión del suelo, la desertificación y la propagación de especies exóticas e invasoras (Steffens *et al.*, 2008; Gusha y Mugabe, 2013, Encina-Domínguez *et al.*, 2014, Arévalo, *et al.*, 2017, Arévalo *et al.*, 2021). De tal modo que se ha generado un ganado desnutrido por la disminución de la calidad forrajera, la digestibilidad y el nivel de consumo por parte del animal (Ramírez *et al.*, 1999) a causa de un mal manejo ganadero, impidiendo el buen desarrollo y la reproducción de las especies vegetales más nutritivas y apetecidas por el ganado (CONABIO, 2014).

A nivel mundial el apacentamiento del ganado es una de las actividades agropecuarias más importantes (Arévalo *et al.*, 2011), requiriendo técnicas correctas para mantener la composición de especies y la conservación del suelo en zacatales (Teague *et al.*, 2017), ya que en estos casos puede causar una variación notable y significativa en la composición de especies vegetales (Casado *et al.*, 2004, Arévalo *et al.*, 2007, Tarhouni *et al.*, 2017). En el norte de México, la perturbación de los zacatales se debe al sobreapacentamiento de ganado bovino, equino, caprino y ovino, particularmente en zonas comunales y ejidales (Challenger, 1998). Las más evidentes son el bajo reclutamiento de árboles y el establecimiento de arbustos y malezas

invasoras dispersadas por el ganado, en los sistemas áridos y semiáridos se produce un reemplazo de las especies con valor forrajero por arbustos (Bisigato, 2000) y gramíneas de menor calidad para el ganado (Cerqueira *et al.*, 2000; Distel *et al.*, 2000). Además, otra modificación estructural de la comunidad vegetal es la disminución de la cobertura de los zacates forrajeros (Jasic y Fuentes, 1991; Bisigato, 2000) cuyo resultado depende de la intensidad y frecuencia del apacentamiento (Laycock, 1991; Sala, 1988; Facelli *et al.*, 1988; Milchunas *et al.*, 1988). Por consiguiente, se han realizado estudios sobre la detección de cambios en la vegetación a través de la evaluación de la densidad y cobertura de las especies.

Justificación

El apacentamiento del ganado es un determinante ambiental importante de la composición de la cobertura vegetal, la riqueza de especies y la uniformidad en los zacatales del norte de México. Lo que lleva a documentar la respuesta de especies con diferentes valores forrajeros ante condiciones de uso continuo y desuso, y que esta información sirva como elemento técnico para la toma de decisiones en los tiempos de descanso adecuados en zacatales nativos.

Objetivo General

Determinar la respuesta de las especies de plantas en relación a su valor forrajero y cobertura vegetal expuestas al apacentamiento continuo por ganado domestico, tendiendo como referencia área de exclusión, dentro de un periodo de cinco años en un zacatal semidesértico en el sureste de Coahuila.

Objetivos específicos

- Evaluar la cobertura vegetal por especies de tres grupos funcionales en los escenarios de exclusión y apacentamiento continuo.
- Determinar la riqueza de especies de tres formas biológicas por cada sitio.
- Determinar la dinámica de especies en base al valor forrajero en las áreas de exclusión y apacentamiento continuo.

Hipótesis

H1: La exclusión del apacentamiento favorecerá la recuperación del zacatal incrementando la cobertura vegetal de especies de las tres formas biológicas estudiadas.

H2: La exclusión al apacentamiento promueve la ocurrencia de un mayor número de especies con buen valor forrajero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Distribución de zacatal a nivel mundial y en Norteamérica

La distribución mundial abarca 39 millones de km² en el mundo, lo que equivale a una cuarta parte de la superficie terrestre continental, debido a eso los zacatales representan uno de los ecosistemas más extensos del planeta (Pablo, 2007).

Los zacatales de América del Norte se extienden desde el sur de Canadá hasta el centro de México y se comprende de praderas de zacates altos, mixtos y cortos (Coupland,1979). El zacatal semiárido de México se considera una extensión hacia al sur de la pradera de zacates cortos que se distribuye desde Alberta y Saskatchewan hasta Arizona, Nuevo México y Texas (Shreve,1942). Existen muchas similitudes fisonómicas y ecológicas entre el zacatal de gramíneas cortas y los zacatales semiáridos mexicanos, incluida la dominancia de especies del género *Bouteloua* (Rzedowski, 1975) con distribución de 29 especies y 13 variedades (Herrera-Arrieta *et al.*, 2004).

Los zacatales comprenden el 4.25% del territorio mexicano (Challenger y Soberón, 2008) su existencia se remonta a principios del Terciario (Rzedowski, 1975), presentan amplias variaciones ecológicas y de composición de especies. Más del 80% de esta vegetación se presenta en el Altiplano Mexicano, en forma de zacatales semiáridos, dominados por especies de los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, *Sporobolus* y *Muhlenbergia*.

2.2 Distribución y ecología de los zacatales en México

Los zacatales son comunidades vegetales con dominancia de especies de la familia Poaceae (gramíneas o zacates), se desarrollan en los valles donde los suelos son de mediana profundidad, así como en laderas poco inclinadas, tienen amplia distribución en México y Norteamérica (Rzedowski,1975). De manera que estos zacatales se distribuyen en regiones con clima templado y semiseco, entre 800 a 2,500 m de altitud, con una temperatura media anual de 12 a 20°C y de 300 a 600 mm de precipitación anual y donde la mayor parte de las precipitaciones ocurren en el verano de junio a septiembre (Rzedowski, 2006).



Figura 1. Vista Panorámica de un zacatal en el sureste de México.

Fuente: Juan Antonio Encina Domínguez.

Rzedowski (2006) menciona que los zacatales se distribuyen en el Altiplano Mexicano, en los estados de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, San Luís Potosí, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Valle de México, Puebla y Tlaxcala. Siendo el género *Bouteloua* más dominantes o codominantes que habitan en los zacatales, esta especie prevalece en grandes extensiones del zacatal.

2.3 Distribución de zacatales en Coahuila

Los zacatales semidesérticos están dominados por especies de la familia Poaceae (gramíneas o zacates) (Rzedowski,1975). En Coahuila tienen una distribución en porciones aisladas que varían en tamaño a través del estado, ocupando un área aproximada del 8% de la superficie estatal (Villarreal y Valdés, 1992-93). De acuerdo con el ordenamiento ecológico de Coahuila, los zacatales ocupan el 6.18% del territorio coahuilense (ICE, 2001) incluyendo el zacatal natural o climático, así como el gipsófilo y halófilos (Pinkava, 1984) los cuales están determinados por condiciones edáficas locales.

En el rancho experimental Los Ángeles en el sureste del estado de Coahuila se encuentra la superficie de zacatal mejor conservado, ubicado a 32 km al sur de Saltillo. Vásquez (1973) describe este zacatal como Pastizal mediano abierto, siendo la comunidad vegetal dominante especies del género *Bouteloua*, *Aristida* y *Muhlenbergia*, así como plantas leñosas aisladas. través de varias especies de gramíneas, con arbustos y árboles que crecen aislados.

Mejía-Saulés y Dávila-Aranda (1992) reportan que Coahuila ocupa en quinto lugar en número de especies de gramíneas con 135, con diversos usos como forrajero, medicinal, ornamental, alimenticio y artesanal y de acuerdo con Valdés-Reyna (2015) además de su gran diversidad y trascendencia ecológica, las gramíneas representan un conjunto muy importante desde el punto de vista económico.

2.4 Vegetación y flora del Estado de Coahuila

CONABIO (2017) Menciona que el estado de Coahuila presenta 6 tipos de vegetación, siendo el matorral desértico Chihuahuense (rosetófilo, micrófilo, izotal, halófilo y gipsófilo) equivalente al 61% del territorio, seguido por matorral tamaulipeco con el 10%, zacatal (mediano abierto, amacollado, halófilo y gipsófilo) en 8.3%, matorral submontano en 8%, bosques de montaña (encino, pino, oyamel, vegetación

alpina y subalpina) en 2.1%, y por último la vegetación ribereña, acuática y subacuática con el 0.2%.

Por otra parte, Villarreal-Quintanilla (2001), señala que la lista florística de las plantas vasculares de Coahuila incluye 147 familias, 923 géneros y 3,039 especies que adicionadas a los 168 taxa infraespecíficos suman un total de 3,207 taxa para el Estado.

Estudio similar realizado por Arévalo *et al.* (2023) en el ejido de Jagüey de Ferniza reportan que la clasificación de las formas biológicas encontradas, las hierbas fue la forma predominante, con 106 especies, seguido de las gramíneas con 30 especies, y luego los arbustos y cactáceas con 13 y 10 especies, respectivamente, dominando estos pastizales. Del total de especies, solo 60 se consideraron apetecibles. También se encontró un helecho en el período estudiado (*Ophioglossum engelmannii*).

2.5 Importancia de los zacatales en la ganadería extensiva

Las áreas donde la cubierta vegetal está dominada por gramíneas revisten gran importancia, pues constituyen el medio natural para el aprovechamiento pecuario mediante el uso de los zacatales para la alimentación del ganado bovino y equino. En algunas zonas el ganado ovino y caprino también utiliza zacatales para su alimentación, aunque las preferencias nutritivas de estos animales tienden a concentrarlos en otros tipos de vegetación (Rzedowski, 2006).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SIAP, 2023) documento que, para el buen desarrollo de los animales en condiciones extensivas, se ven influenciados por el relieve del suelo, acceso de fuentes de agua, un clima adecuado en cuanto a humedad y temperatura, así como la vegetación y forrajes como fuente

de alimento. Por otro lado, esta vegetación es la base para la ganadería extensiva, ya que son la fuente más barata y disponible de forraje para consumo del ganado doméstico (Encina-Domínguez *et al.*, 2014).

Frecuentemente se ha estudiado una alimentación adecuada en base a un zacatal, el cual reviste una gran importancia en la ganadería, ya que estos proporcionan diferentes bienes y servicios para la humanidad, tales como: la producción de carne, leche, animales de trabajo y otros productos de origen animal. Además de los beneficios directos mencionados, cuando el apacentamiento del ganado se lleva de manera adecuada, puede lograr beneficios no tan tangibles, pero de gran importancia desde el punto de vista del ecosistema, ya que puede favorecer la efectividad del ciclo hidrológico, la tendencia de la sucesión vegetal hacia estados más estables y la diversidad de flora y fauna, que a su vez son recursos aprovechables por la población (Vázquez *et al.*, 2017).

2.6 Utilización y sobreapacentamiento de los zacatales en México.

Fierrero (1997) indica que las tierras de zacatonales en México son áreas de pastizales abiertos o de praderas, siendo áreas en la cuales la vegetación nativa y en ocasiones introducida o naturalizada es utilizada para la alimentación del ganado a través del apacentamiento directo e interactuando con varias especies de herbívoros silvestres.

En México el sobreapacentamiento ha ocasionado la degradación de más de 60 millones de hectáreas (Anaya *et al.*, 1994). El apacentamiento mal planificado, la agricultura y el crecimiento urbano, es el mayor uso de los zacatales, siendo considerado las principales amenazas (Richardson *et al.*, 2000). Se ha reportado que el apacentamiento del ganado sin duda es uno de los agentes de perturbación más importantes en zacatales, en condiciones de mala planificación (Milchunas *et al.*, 1988). Los zacatales han sufrido grandes transformaciones debido al cambio de uso

de suelo, el sobreapacentamiento y el clima, ocasionando un grave deterioro a estos recursos (Jurado-Guerra *et al.*, 2021).

De acuerdo con Archer (1994) el sobreapacentamiento reduce la biomasa debido al uso selectivo e impide el desarrollo de especies forrajeras, propicia y aumenta la invasión de plantas indeseables, como arbustos espinosos y resistentes al apacentamiento, además de acuerdo con Evans y Belnap (1999) el ganado reduce la capacidad de elasticidad del zacatal debido a la compactación del suelo lo que reduce la infiltración de agua y la capacidad de almacenamiento lo que seca la superficie del suelo y aumenta la vulnerabilidad ante una sequía y la desertificación.

El pisoteo excesivo causa la compactación del suelo, así como cambios en los procesos hidrológicos y susceptibilidad a la erosión eólica (Steffens, 2008), lo que reduce la cobertura de la vegetación (Hobbs y Huenneke, 1992) y de acuerdo con Kahmen *et al.* (2002) altera la composición, diversidad y estructura de la vegetación. Un zacatal de regiones húmedas tiene mayor resistencia a la presión de apacentamiento que un zacatal de zonas áridas, porque el primero es más productivo (Hayes y Holl, 2003). Por otro lado, su intensidad es importante en la diversidad de especies ya que los niveles bajos a moderados con frecuencia pueden aumentar la diversidad de especies de plantas (Milchunas *et al.*, 1992), mientras que el intenso puede reducirla (Biondini *et al.*, 1998).

Herrera (1997) reporta que el deterioro o agotamiento de las tierras de apacentamiento se entiende si se toma en cuenta que se trata de comunidades que se encuentran sujetas a una dinámica de cambio constante ya que están sometidas a presiones, tanto de factores ambientales, así como factores humanos, dando como resultados al paso del tiempo, zacatales deteriorados, cuya composición florística-ecológica han sufrido modificaciones a veces irreversibles, como es el caso en el que se introduce especies de mala calidad forrajera, pero que por su mayor agresividad

tienen la capacidad de establecerse y de competir con las nativas, buenas forrajeras, ganándoles espacio; bajando así la calidad florística de un zacatal y por ende su capacidad de carga animal.

El sobreapacentamiento es el origen de la mayoría de los problemas de las tierras con zacatal en México, por lo cual es necesario documentarlo para atacar de forma concreta este problema, y mostrar las tendencias de los componentes vegetales y edáfico de los zacatales, como respuesta al impacto de esta importante fuerza transformativa y destructiva (Aguado *et al.*, 1989).

Teague y Barnes (2017) sugieren un control de la carga animal adecuada en terrenos dedicados al apacentamiento a través de aplicar un programa de manejo del zacatal, lo cual es fundamental para mantener la composición de especies, así como la estructura de la comunidad vegetal, valores altos de diversidad de especies, productividad y conservación del suelo.

2.7 Efecto del apacentamiento en un zacatal semidesértico

El efecto de los herbívoros domésticos sobre los sistemas naturales provoca cambios en la estructura y en la dinámica de las comunidades vegetales cuyo resultado depende de la intensidad y frecuencia del apacentamiento (Laycock, 1991; Sala, 1988; Facelli *et al.*, 1988; Milchunas *et al.*, 1988) es así, que gran parte de estos cambios se deben a la actividad ganadera, ocasionando una disminución de la presencia de las plantas forrajeras más deseables e incrementando la presencia de hierbas, cactáceas y arbustos menos deseables a causa de un mal manejo ganadero.

El apacentamiento del ganado puede ocasionar efectos negativos sobre el zacatal, siendo los principales: el pisoteo excesivo de las plantas, el movimiento del suelo, la compactación de la superficie y la correspondiente alteración de la tasa de infiltración (Figura 2), todos estos efectos combinados alteran la productividad, la

calidad del forraje y la composición botánica de los zacatales ocasionando un estado de sobreapacentamiento (Snaydon, 1981) y de acuerdo con Biondini *et al.* (1998) mencionan este causa una reducción en la producción total de forraje, el mantillo, la biomasa de las raíces y la del nitrógeno, así como la mineralización neta del nitrógeno.

Por otra parte, la ganancia animal y los ingresos de los ganaderos disminuyen a medida que se maneja mal el agostadero y se reduce el potencial de producción de forraje (Ibarra *et al.*, 2005).

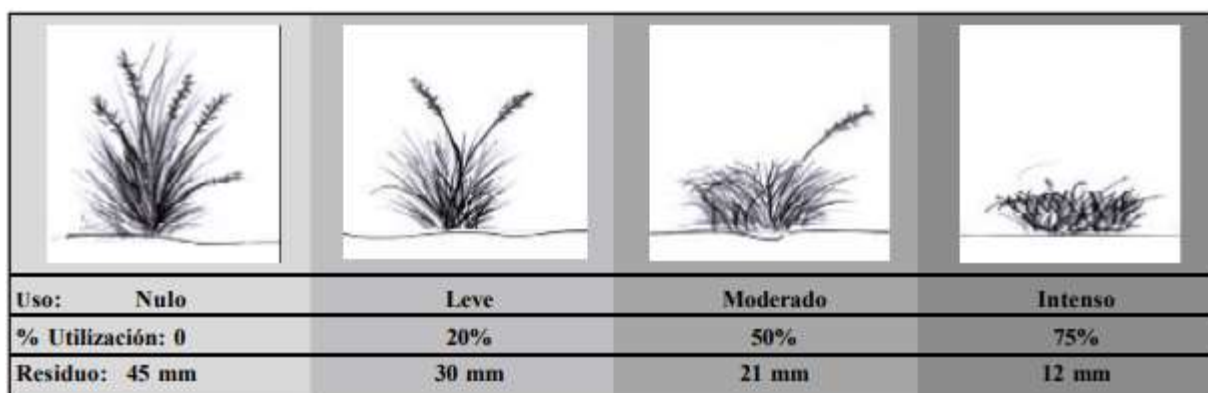


Figura 2. Porcentaje de utilización y nivel de residuo (Adaptado de Stuth 1991).

2.8 Impacto del apacentamiento sobre el valor forrajero

La intensidad del apacentamiento en particular afecta la productividad y el valor nutritivo de los zacates (Briske y Heitschmidt 1991; Wedin, 1996). En los sistemas áridos y semiáridos se produce un reemplazo de las especies con valor forrajero por arbustos (Bisigato, 2000) y gramíneas de menor calidad para el ganado (Cerqueira *et al.*, 2000; Distel *et al.*, 2000). Además, otra modificación estructural de la comunidad vegetal es la disminución de la cobertura de los pastos forrajeros (Jasic y Fuentes, 1991; Bisigato, 2000). Estas modificaciones se reflejan en importantes cambios en la diversidad florística y notables disminuciones en la cobertura e importancia de especies forrajeras, con el incremento de otras de menor valor forrajero y hasta

cambios importantes en la dinámica del establecimiento de diferentes especies arbóreas (Belsky, 1986; Collins, 1987; Milchunas *et al.*, 1988; Molina *et al.*, 1999; Bisigato, 2000; Nai-Bregaglio *et al.*, 2002; Brassiolo *et al.*, 2008).

Esto se debe a que todos los herbívoros consumen selectivamente la oferta disponible, conduciendo a la disminución de las proporciones de especies más preferidas y concomitantemente, al aumento de las especies poco gustosas, de bajo valor forrajero y rechazadas por el ganado, desarrollado por un mal control de tiempo de ocupación (Rodríguez y Jacobo, 2016).

2.9 Manejo y exclusión del apacentamiento en un zacatal

En manejo de zacatales se entiende como “sitio” a un área homogénea en cuanto a suelo, clima y topografía, en ausencia de disturbios, los sitios tienden a tener una vegetación homogénea, sin embargo, se puede identificar dentro de cada sitio algunas situaciones que se distinguen en la estructura y composición de la vegetación (Westoby *et al.*, 1989). De acuerdo con De León (2003) para un manejo adecuado se toma en cuenta la planificación del uso de los zacatales, tendientes a obtener una máxima producción animal, económicamente sostenida, compatible con la conservación y mejoramiento, mediante tecnologías para revertir esta situación, basándose en una serie de técnicas como: utilización de la carga animal, utilización de la especie animal adecuada, mejorar la distribución del apacentamiento y aplicación de los sistemas más adecuados.

En otro caso, se reportó que la exclusión del apacentamiento es parte del manejo de zacatales, a través del cual se excluye el ganado y tiene como objetivo restaurar la vegetación y las propiedades fisicoquímicas del suelo, permitiendo que la comunidad vegetal entre en un estado de auto recuperación (Lunt *et al.*, 2007). Sin embargo, en zacatales con baja productividad, la exclusión del apacentamiento tiene efectos positivos sobre la diversidad de especies (Cheng *et al.*, 2011). En los últimos años se ha demostrado que la vegetación y la fertilidad del suelo han mejorado después de la

exclusión del apacentamiento (Courtois *et al.*, 2004). Otros estudios han demostrado que la exclusión en zacatales tiene un efecto significativo en la diversidad de especies de plantas (Rusch y Oesterheld, 1997; Altesor *et al.*, 2005; Cheng *et al.*, 2011; Rebollo *et al.*, 2013), sin embargo, estos estudios en ocasiones presentan resultados opuestos ya que algunos han demostrado que su exclusión mejora la diversidad de especies en zacatales (Cheng *et al.*, 2011), mientras que otros estudios han demostrado lo contrario (Rusch y Oesterheld, 1997; Altesor *et al.*, 2005; Rebollo *et al.*, 2013). Estos resultados contradictorios pueden atribuirse en gran medida a las diferencias en el tipo de zacatal estudiado, la temporada en la que fueron evaluados, el historial de uso y la disponibilidad de recursos, entre otros factores (Olf y Ritchie, 1998).

2.10 Valor nutricional forrajero.

Se ha reportado que en el noroeste de México los animales en apacentamiento consumen una gran variedad de plantas, entre los que destacan por su número, los zacates nativos (Ramírez, *et al.*, 1995). Aunque algunos de ellos son más consumidos por los rumiantes, ya que producen mayor cantidad de forraje que otros grupos de plantas.

El apacentamiento del ganado busca una mayor cantidad y calidad por lo cual los zacates presentan un valor forrajero, que de acuerdo con Trujillo y Uriarte (2010) el valor forrajero debe reflejar su capacidad de satisfacer los requerimientos de un animal para un objetivo de producción particular, en función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos, en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido, la concentración de nutrientes en ese forraje y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990).

La composición de la materia seca de todas las pasturas es muy variable y el contenido de humedad es alto y variable (60-85%). A efecto de comprender los principales nutrientes que aportan las pasturas, se presenta en el cuadro 1 por lo cual, se considera que, los forrajes de buena calidad son ricos en nutrientes, dichos nutrientes están principalmente compuestos de carbohidratos y proteínas; cuando un forraje se considera como pobre o por su símbolo utilizado “F₁” es un forraje que no contiene la misma cantidad de nutrientes, un ejemplo, un alimento bueno (F₃) o excelente (F₄) contiene más energía que un forraje pobre, de forma que una vaca obtiene de 1 kg de sorgo, cebada o maíz, tanta energía como de 6 kg de hierba. Algunos alimentos son muy pobres y de poco valor para el animal.

Cuadro 1. Componentes de las pasturas y su concentración en base seca

Componentes de las pasturas	Concentración (% base seca)
Proteína cruda	3-30
Carbohidratos estructurales	40-60
Carbohidratos no estructurales	4-20
Extracto al éter	3-8
Cenizas	7-13

Fuente: Trujillo y Uriarte 2010.

2.11 Medición del valor nutritivo de los forrajes

Saúl-Quintero (1991) menciona que una forma de medir el valor nutritivo de los forrajes para rumiantes es a través de su eficiencia potencial para crecimiento y producción de leche, carne o lana, cuando el animal lo consume como fuente alimenticia deduciendo que un forraje será de buena calidad si cumple con las siguientes condiciones:

1. Poseer todos los nutrimentos esenciales en porciones balanceadas.

Villa (1967) menciona que los factores que inciden en el valor nutritivo de los forrajes son:

- ✓ Especies de planta.
- ✓ Partes de la misma (hoja tallo).
- ✓ Edad de la planta
- ✓ Factores ecológicos principalmente suelo y clima.

2. Ser de alta digestibilidad.

La digestibilidad es un factor que revela cuanto es el potencial que tiene un zacate de ser digerido, absorbido y aprovechado por el organismo del animal. Los rumiantes son los mamíferos más capacitados para extraer pastos y forrajes el mayor provecho posible en razón de sus características anatómicas y fisiológicas en cualidad de la forma funcional del rumen, que obliga al animal a depender para su subsistencia, de la actividad microbiana y de la síntesis que se presente en la panza (Saúl-Quintero, 1991).

3. Tener gustosidad para el animal

La gustosidad se entiende como el potencial de un alimento para ser consumido con avidez por los animales y en consecuencia se acepta como factor de gustosidad, tomando en cuenta por Rubin *et al.* (1967) los siguientes factores:

- ✓ Sentidos (gusto, olfato, tacto lingual y vista).
- ✓ Acostumbramiento previo respecto al pasto.
- ✓ Razas.
- ✓ Especie de planta.
- ✓ Composición de la planta.

La presencia simultánea de estas tres condiciones en la ración diaria de rumiante, significaría entonces, máxima productividad; si de algunas de ellas es deficiente o incompleta se afectará su calidad y disminuirá proporcionalmente su valor nutritivo.

2.12 Factores que afectan el valor nutritivo

La calidad del forraje es afectado por la madurez de la planta (Buxton y Fales, 1994), la dependencia del suelo, la planta y los factores de manejo (O'dell,1984) provocando que las especies vegetales crezcan en un ambiente óptimo, por lo que experimentan fluctuaciones debido al medio ambiente y este estrés modifica su morfología y su tasa de desarrollo, lo cual limita su producción y altera su calidad; esto puede causar que el ganado no consuma los suficientes nutrientes y por lo tanto no se obtenga la máxima producción animal (Zamudio, 2021).

Las pasturas y otros tipos de forrajes, muestran gran variación en su valor nutritivo en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta, estas diferencias se deben, además, a las variaciones en las condiciones ambientales (suelo, clima, fertilizaciones), al material genético y al manejo (Trujillo y Uriarte, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en los terrenos del ejido Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Coahuila, con coordenadas de referencia: 25°13'57.48'' - 25°14' 57.25'' de latitud Norte y 100°56' 44.62'' - 101°01'5.17'' de longitud Oeste. Se ubica en el área natural protegida con categoría Reserva Natural Estatal de la Sierra de Zapalinamé en el sureste del estado de Coahuila, zona de transición entre el desierto Chihuahuense y la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental.

3.1.1 Clima

El ejido de Jagüey de Ferniza presenta una temperatura media anual de 17.8°C con una precipitación media anual de 396 mm, presenta inviernos frescos, lluvias de verano con periodos cortos correspondiendo a un clima seco, con formula BS K x' (e) (Castillo, 2010).

3.1.2 Suelo

Las rocas que afloran en el área del ejido son sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico, las calizas son las dominantes. El ejido posee un suelo xerosol cálcico, de origen aluvial, profundos y con buen drenaje (Encina-Domínguez, 2017).

3.1.3 Vegetación

Presenta una vegetación correspondiente a un zacatal natural denominado por especies del género *Bouteloua*, como *Bouteloua dactyloides*, *B. gracilis*, *B. uniflora*, *B. curtipendula* y con menor proporción *Aristida havardii*, *A. pansa* y *Muhlenbergia pheloides* (Encina-Domínguez, 2017).

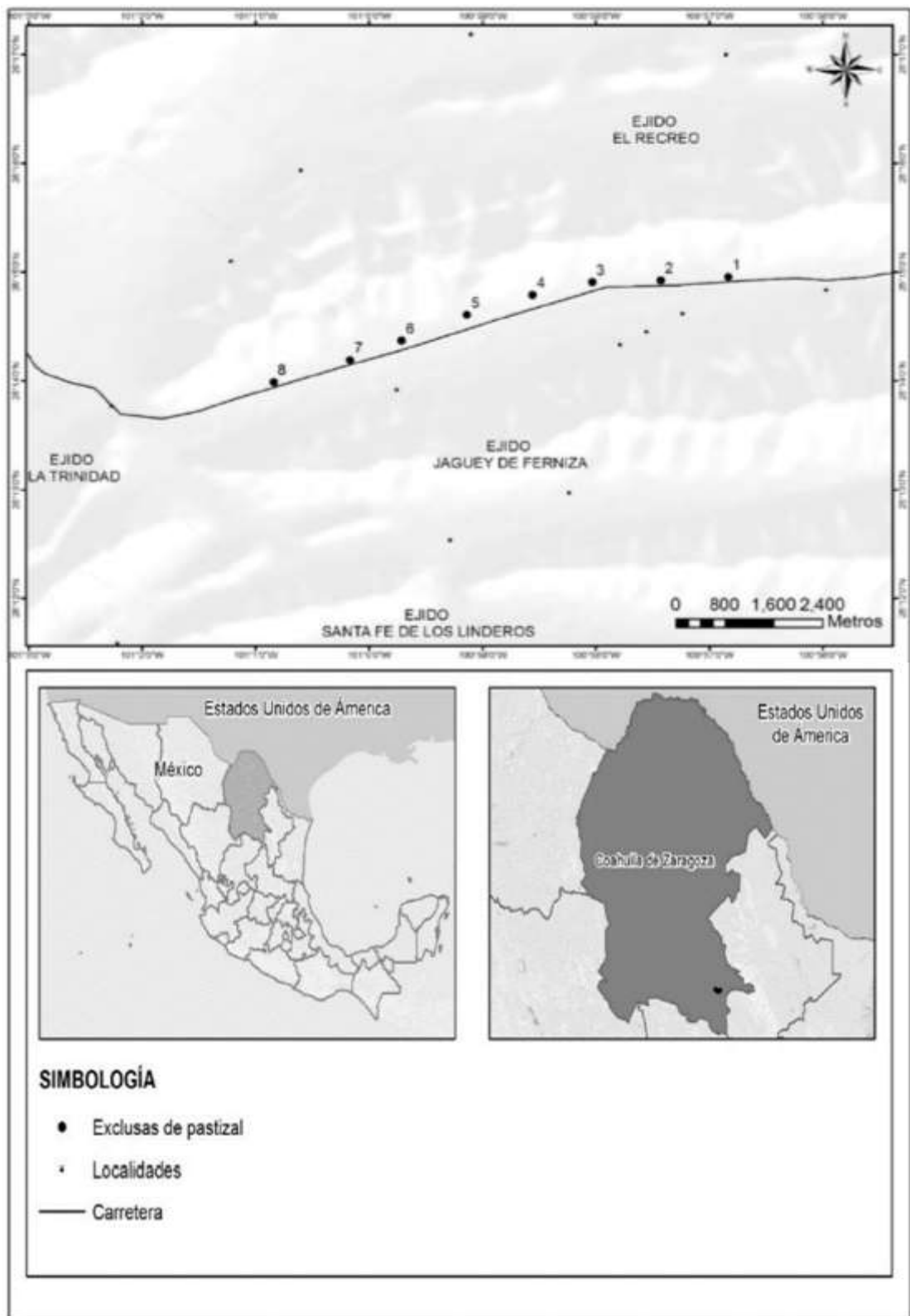


Figura 3. Localización del zacatal bajo estudio en el suroeste de Coahuila.

3.2 Metodología

3.2.1. Área experimental

3.2.1.1 Uso productivo actual

A través de los años el zacatal semidesértico ha sido utilizada como una fuente de alimento por actividades de apacentamiento, con las diferentes especies de animales domésticos como lo son bovinos, ovinos, equinos y caprinos. El área de estudio es utilizada para el apacentamiento de bovinos y equinos que por su mal manejo ha provocado un deterioro del sitio.

3.2.1.2 Establecimiento de las parcelas

En marzo del 2017 se establecieron de forma sistemática y permanente ocho pares de parcelas, cada par consistió en un área dónde se excluyó el apacentamiento a través de un cerco con postas y alambre de púas de 5 hilos y una altura de 1.8 m, a la par y ubicada a una distancia de 15 m. Al oeste de la exclusión se estableció un área control abierta al apacentamiento delimitada con varilla metálica en las esquinas, en ambos casos las dimensiones de cada parcela fueron de 14 x 18 m o 252 m² (Figura 4). Al interior de cada parcela se establecieron sub-parcelas de 10 x 10 m (100 m²), el área diferencial entre la parcela y la sub-parcela (170 m²) cubrió una función de amortiguamiento para nulificar el posible impacto de apacentamiento en las orillas.

La distancia promedio entre cada par de parcelas fue de 1000 m entre sí. Cada par de parcelas se número progresivamente (del 1 al 8) empezando de Este a Oeste, el rango de altitud de la parcela fue de los 2102 a 2268 m. La superficie evaluada a lo largo del tiempo del experimento fue de 800 metros cuadrados para cada escenario (control y exclusión).

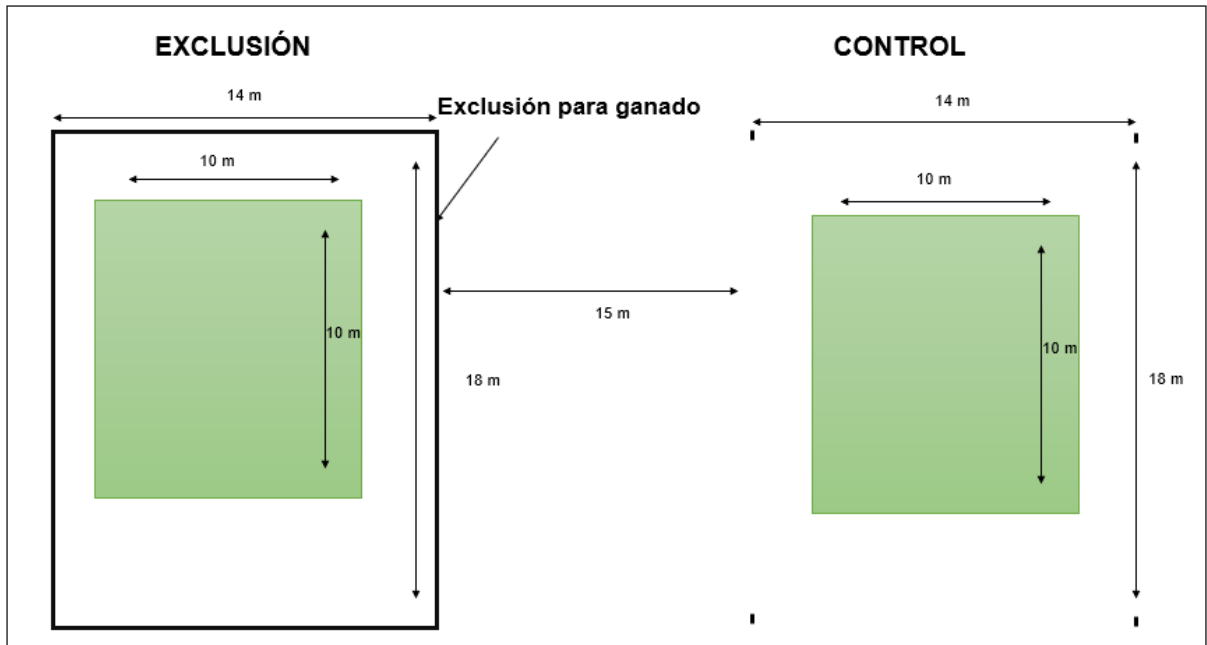


Figura 4. Parcelas de exclusión y control.

3.2.1.3 Muestreo

3.2.1.3.1 Estimación de la cobertura vegetal por especie

Se realizó un muestreo con técnica cualitativa de carácter estimatorio, en el que se establecieron escalas propuesta con el método de Daubenmire (Daubenmire, 1959) el cual consistió en una técnica que implica designar visualmente la cobertura vegetal mediante cuadrantes con medidas de 1 m². Las adecuaciones a la escala fueron las siguientes:

- 1: trazas
- 2: >1 %
- 3: 1-2 %
- 4: 2-5 %
- 5: 5-10 %
- 6: 10-25 %
- 7: 25-50 %
- 8: 50-75 %
- 9: >75 %

3.2.1.3.2 Identificación de especies vegetales

En campo se contó con actividades de colecta, el cual consistió en la recolección todas las plantas que se encontraron dentro de las subparcelas de exclusión y control para su posterior identificación de las especies. Se complementó la información con el libro de Gramíneas de Coahuila (Valdés-Reyna, 2015) y con el uso de las plataformas digitales como Malezas de México, Naturalista.

3.2.1.3.3 Asignación de valor forrajero

En referencia a las condiciones mencionadas por Saúl-Quintanilla (1991):

1. Nutrientes esenciales
2. Alta digestibilidad
3. Gustosidad

Las especies identificadas en este estudio cuentan con dichas condiciones, por lo cual se utilizó la escala técnica de Vázquez *et al.* (2021), para establecer un valor forrajero a cada una de las especies encontradas; las cuales definen como:

F₁-Valor forrajero pobre

Bajo contenido nutricional, digestibilidad y gustosidad, además de que pueden ser indicadoras de sobreapacentamiento.

F₂-Valor forrajero regular

Regular contenido nutricional, digestibilidad y gustosidad.

F₃-Valor forrajero bueno

Buen contenido nutricional, digestibilidad y gustosidad.

F₄-Valor forrajero excelente

Excelente contenido nutricional, digestibilidad y gustosidad.

3.2.1.3.4 Temporalidad del muestreo

El muestreo se realizó a partir del 2017 a 2021, en cada año se evaluarón las estaciones de verano-otoño, cuando las plantas estuvieron en crecimiento favoreciendo a el porcentaje de cobertura vegetal evaluado.

3.2.1.4 Materiales

Para el muestreo de campo se contó con materiales diversos tales como: tijeras metálicas, cámara digital, libreta de campo, marcadores, lupa, lápiz, GPS y un cuadrante de PVC de 1m².

3.2.1.5 Variables evaluadas

De un total de 131 especies recolectadas en campo, se seleccionaron las de valor forrajero, y otras especies más comunes en el consumo animal; por lo cual, se establecieron criterios para obtener las especies de estudio, seleccionando tres formas biológicas correspondiente a zacates y hierbas con un total de 48 especies, las cuales fueron 20 gramíneas, 14 hierbas perennes y 14 hierbas anuales y bianuales, estableciendo claves por especie para su mejor manejo estadístico (Anexo 4). Los criterios fueron los siguientes:

Criterio 1. Estatus migratorio: Se seleccionaron únicamente las especies que son nativas y no introducidas, el cual solo aplica para la forma biológica de gramíneas y hierbas perennes.

Criterio 2. Condiciones de exclusión y control: Se seleccionaron las especies que se encontraban en ambas condiciones, es decir, las mismas especies para exclusión y las mismas para control.

Criterio 3. Valor forrajero: Se seleccionaron las especies con valor forrajero pobre (F₁), regular (F₂), bueno (F₃) y excelente (F₄).

3.3 Análisis Estadístico

Los datos colectados en campo se ordenaron en hojas Excel, las que posteriormente fueron analizadas en programa estadístico SAS (Statidistic analisys system), con lo que

se obtuvo un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

3.3.1 Diseño y modelo experimental

Diseño experimental

El experimento se estableció con un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 2x3, con cinco repeticiones por tratamiento equivalente a los cinco años evaluados.

Los factores de estudio fueron dos métodos, que consistían en exclusión y control, cada una con tres grupos funcionales. La unidad experimental consistió de 14 especies de la forma biológica de hierbas perennes, anuales y bianuales. Se aplicó el mismo modelo a la forma biológica de gramíneas con la similar información anterior, considerándose una unidad experimental de 20 especies; lo anterior por qué no se tenía el mismo número de unidad experimental.

Modelo estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial G x E, donde:

G = son los grupos funcionales de plantas y

E = las especies de plantas

$$y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + (GE)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} =Variable respuesta en la repetición k, $i=1,2,\dots,a$

Nivel j de E, nivel i de G $j=1,2,\dots,b$

μ =Media general

G_i =Efecto del factor G al nivel i

E_j =Efecto del factor E al nivel j

$(GE)_{ij}$ =Efecto de la interacción G x E al nivel i, j

ε_{ijk} =Error aleatorio

Interpretación de las interacciones

Se analizaron ocho escenarios de interacción para cada forma biológica (zacates, hierbas perenes y hierbas bianuales), relacionando a la cobertura vegetal como un factor común y los sitios como factores independientes. Es decir, nos permite entender si dentro de cada forma biológica de determinado sitio hay diferencias estadísticas o no.

IV. RESULTADOS

4.1 Riqueza de especies de plantas

En los zacatales estudiados se registraron 131 plantas, dentro de las cuales, se encontró una especie arbórea, 16 arbustos, cuatro cactáceas, 28 gramíneas perennes, 68 hierbas perennes, 16 hierbas anuales y dos hierbas bianuales, entre las cuales y de acuerdo a los criterios de evaluación descritos en la metodología (3.2.1.4) se seleccionaron tres formas biológicas correspondiente a zacates y hierbas anuales con un total de 48 especies, de las cuales fueron 20 gramíneas, 14 hierbas perennes y 14 hierbas anuales y bianuales.

4.1.1 Cobertura vegetal exclusión vs. control

La cobertura vegetal promedio en los ocho sitios por cada área excluida y controlada durante los cinco años evaluados se registra en el cuadro 1, donde el grupo de las gramíneas presentaron el mayor porcentaje de cobertura vegetal en los ocho sitios, con valores de 50.5%. No así las hierbas perennes, anuales y bianuales presentaron valores del 40%.

Cuadro 2. Valor de la cobertura vegetal en condiciones de exclusión y control en tres formas biológicas diferentes.

Sitio	Cobertura vegetal (%)					
	Gramíneas		Hierbas perennes		Hierbas anual y bianual	
	Exclusión	Control	Exclusión	Control	Exclusión	Control
1	50.5	50.5	33.8	34.4	35.5	35.5
2	49.7	50.2	35.5*	34.3	35.5	35.5
3	50.5	50.5	35.5	35.5	35.0	35.0
4	50.5	50.0	35.5	35.5	35.5	35.5
5	50.5	50.4	35.5	35.5	35.5	35.5
6	50.5**	49.4	35.5	35.5	35.5	35.5
7	50.5	50.5	35.5	35.5	34.9	35.5
8	50.5	50.5	35.5	35.5	35.5	35.5

Nota: El código de significancia que se utilizó para los resultados anteriores fue: **=altamente diferente ($P>0.4770$), *=diferente (0.5323)

No existen diferencias significativas ($p > 0.0005$) entre control y exclusión para los grupos funcionales de gramíneas, hierbas perennes, anuales y bianuales, es decir, que el promedio de la cobertura vegetal es igual y no presenta diferencias para cada sitio excluido y controlado del ganado, sin embargo, presenta una tendencia a ser más diferente ($p > 0.4770$) la forma biológica de las gramíneas en el sitio seis del resto de los otros dos grupos funcionales.

4.1.2 Cobertura vegetal por forma biológica

Gramíneas

Existe diferencia significativa ($P < .0001$) entre las especies evaluadas de los ocho sitios, siendo *Bouteloua gracilis* el que presentó más diferencias al resto con una cobertura vegetal para las dos áreas (Figura 8, Anexo 1, 2 y 3) obteniendo una cobertura de 82.97%.

El comportamiento de la cobertura vegetal de los pastos durante el experimento se presenta de manera heterogénea, es decir, no presentan la misma cobertura vegetal entre cada una de las especies, sin embargo, se registraron valores similares en las especies de *Achnatherum eminens*, *Aristida adscensionis*, *A. pansa*, *Bothriochloa barbinodis*, *Bouteloua hirsuta*, *Muhlenbergia torreyi*, *M.villiflora*, *Urochloa meziana* inferiores a 40% y *Aristida curvifolia*, *A. divaricata*, *Bouteloua curtispindula*, *B. uniflora*, *Enneapogon desvauxii*, *Panicum hallii* con una cobertura inferior al 60%.

Asimismo, especies con mayor cobertura obtenida fueron por *Aristida havardii*, *A. purpurea*, *Bouteloua dactyloides*, *B. gracilis*, *Erioneuron avenaceum*, alcanzando coberturas arriba del 65%.

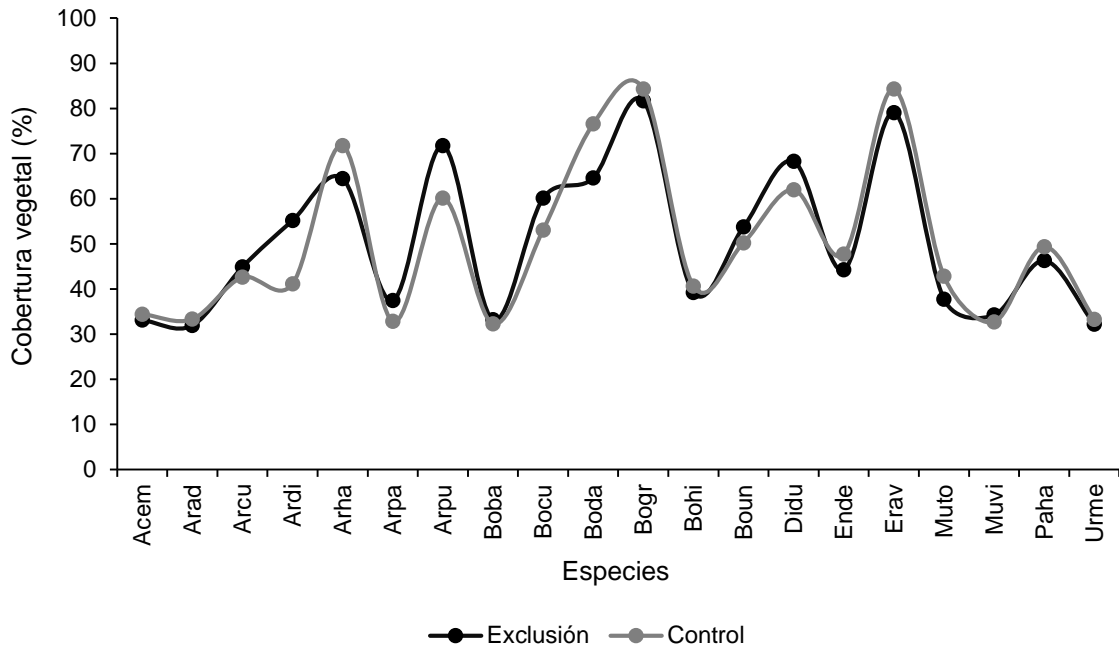


Figura 5. Cobertura vegetal de exclusión y control por cada una de las gramíneas.

Acem= *Achnatherum eminens*, Arad= *Aristida adsencionis*, Arcu= *Aristida curvifolia*, Ardi= *Aristida divaricata*, Arha= *Aristida havardii*, Arpa= *Aristida pansa*, Arpu= *Aristida purpurea*, Boba= *Bothriochloa barbinodis*, Bocu= *Bouteloua curtipendula*, Boda= *Bouteloua dactyloides*, Bogr= *Bouteloua gracilis*, Bohi= *Bouteloua hirsuta*, Boun= *Bouteloua uniflora*, Didu= *Disakisperma dubium*, Ende= *Enneapogon desvauxii*, Erav= *Erioneuron avenaceum*, Muto= *Muhlenbergia torreyi*, Muvi= *Muhlenbergia villiflora*, Urme= *Urochloa meziana*.

Hierbas perennes

El comportamiento de la cobertura vegetal de los ocho sitios evaluados presentó diferencias significativas ($P < .0001$) para cada una de las especies, destacando por ser más diferente *Acalypha monostachya* con un valor de 51.56%, así, todas las especies presentaron un comportamiento heterogéneo. Se observa una tendencia a ser similar para *Astragalus hypoleucus*, *Cyperus niger*, *Mirabilis oblongifolia*, *Thelesperma megapotamicum* con los valores más bajos correspondiente al 30 y 32%, seguido de *Evolvulus sericeus*, *Argythamnia neomexicana*, *Calylohus hartwegii*, *Hoffmannseggia watsonii*, *Ipomoea costellata*, *Physaria argyrea* con valores similares entre el 33 y 35%, por último se encuentra *Acalypha pheloides*, *Dyschoriste linearis*, *Zinnia acerosa*, los cuales presentaron una cobertura elevada al resto de 37 y 39% (Figura 9, Anexo 2).

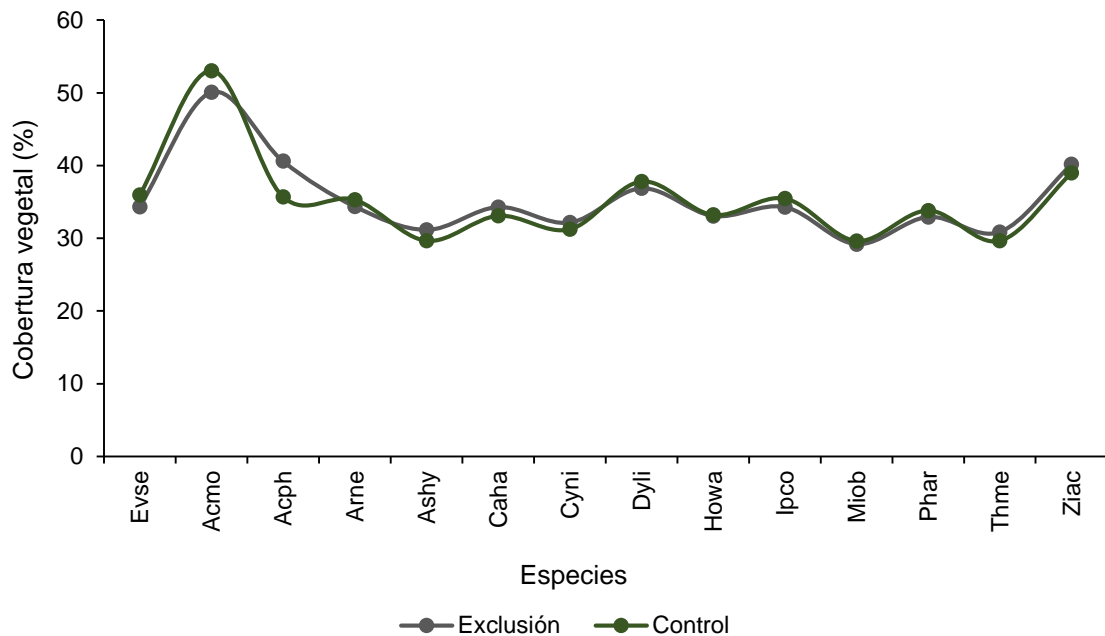


Figura 6. Cobertura vegetal de las áreas de exclusión y control por cada especie evaluada de hierbas perennes.

Evse= *Evolvulus sericeus*, Acmo= *Acalypha monostachya*, Acph= *Acalypha phleoides*, Arne= *Argythamnia neomexicana*, Ashy= *Astragalus hypoleucus*, Caha= *Calylophus hartwegii*, Cyni= *Cyperus niger*, Dyli= *Dyschoriste linearis*, Howa= *Hoffmannseggia watsonii*, IpcO= *Ipomoea costellata*, Miob= *Mirabilis oblongifolia*, Phar= *Physaria argyraea*, Thme= *Thelesperma megapotamicum*, Ziac= *Zinnia acerosa*.

Hierbas anuales y bianuales

La evaluación de la cobertura vegetal por especie presento diferencias significativas ($P < .0001$) solo en cuatro sitios, correspondiente al sitio cuatro, cinco, seis y ocho, con una tendencia a ser más diferente *Loeselia greggii*, *Euphorbia serrula*, *E. exstipulata*, *Allionia incarnata*, con una cobertura de 44.8%, no obstante, no se encontró diferencias significativas ($p > 0.0005$) en los sitios uno, dos, tres y siete, es decir, obtuvieron una cobertura homogénea, sin embargo, presentan a ser más diferentes del resto las especies *Loeselia greggii*, *Euphorbia serrula*, *E. dentata* con los valores mayores al 40%.

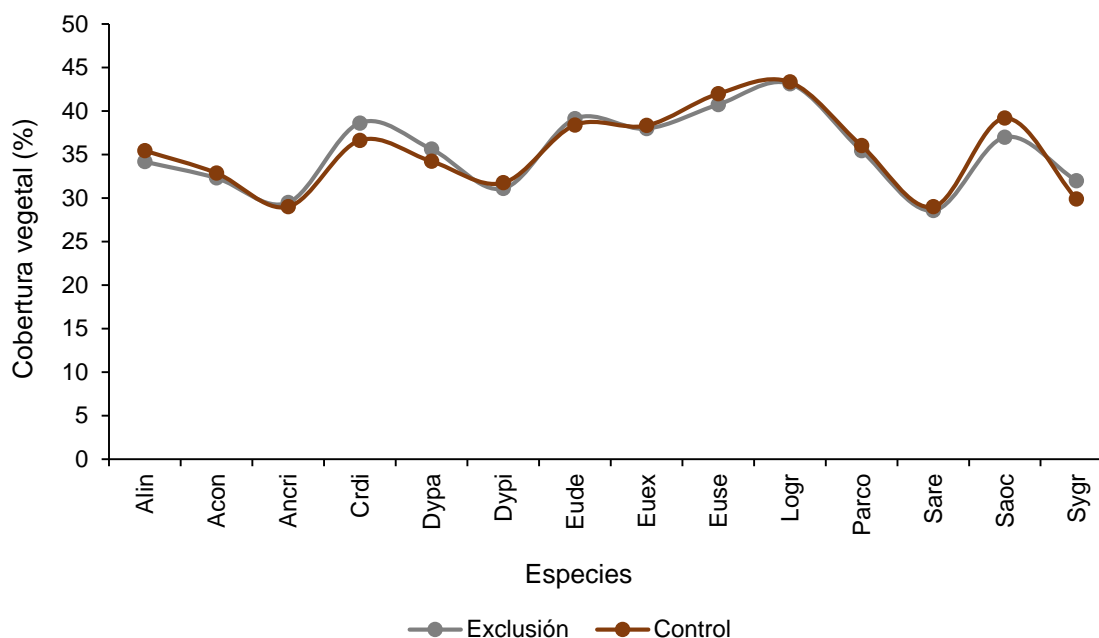


Figura 7. Cobertura vegetal en las áreas de exclusión y control de hierbas anuales y bianuales por especie

Alin= Allionia incarnata, Acon= Ambrosia confertiflora, Ancri= Anoda cristata, Crdi= Crusea diversifolia, Dypa= Dyssochia papposa, Dypi= Dyssochia pinnata, Eude= Euphorbia dentata, Euex= Euphorbia exstipulata, Euse= Euphorbia serrula, Logr= Loeselia greggii, Parco= Parthenium confertum, Sare= Salvia reflexa, Saoc= Sanvitalia ocymoides, Sygr= Synthlipsis greggii.

4.1.3 Interacción dentro de las tres formas biológicas

En la interacción de la forma biológica por especie se registraron valores con diferencias significativas en las tres formas (Cuadro 3), sin embargo, los zacates destacaron por presentar diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en los sitios seis, siete y ocho, es decir, las especies de zacates fueron diferentes al resto de las demás sitios, teniendo diferencias de cobertura vegetal en los métodos, seguido de los sitios tres, cuatro y cinco los cuales también registraron diferencias ($P < 0.005$). Por otro lado, las hierbas perenes registraron una dominancia de cobertura vegetal en el sitio tres y siete de los ocho sitios, destacando el sitio tres por su ser altamente significativa ($P < 0.005$), por el contrario, las hierbas anuales y bianuales únicamente presentaron diferencias ($P < 0.005$) en el sitio tres.

Cuadro 3. Valor de probabilidad estadística para los ocho interceptos de las tres formas biológicas.

Interacción	Formas biológicas		
	Zacate	Hierbas perennes	Hierbas anuales y bianuales
1	0.4619	0.6322	0.9920
2	0.6649	0.4770	0.8075
3	0.0048	<.0001	0.0036
4	0.0015	0.9980	0.9965
5	0.0018	0.9980	1.0000
6	<.0001	0.9192	0.9897
7	<.0001	0.0004	0.3862
8	<.0001	0.2750	0.9509

Es importante destacar que la dinámica de cobertura vegetal por sitio y las tres formas biológicas si presentaron diferencias entre cada forma, siendo destacado el sitio tres (<0.005) el que promueve la mayor modificación en cada forma biológica, esto debido a que en condiciones naturales presentaba curvas de nivel, lo que altera los resultados de cobertura vegetal con los demás sitios que no presentaban dichas curvas; seguido del sitio siete, con diferencias significativas (<0.005) entre los zacates y hierbas perennes.

4.2 Riqueza

4.2.1 Riqueza de especies de tres formas biológicas por sitio

Gramíneas

La riqueza de 20 gramíneas en las áreas de exclusión contra control, no fueron presentadas de forma consecutiva en cada uno de los ocho sitios. Se registraron especies con cantidades cercanas a el número total de gramíneas y registros con cantidad de especies bajas. Los registros con mayor valor de riqueza por método,

corresponden al sitio dos, con una cantidad de 16 especies en exclusión y 15 especies para control, mientras que, el valor más bajo de riqueza fue registrado por el sitio siete, con valor de nueve especies encontradas en exclusión y cinco especies en control (Figura 5).

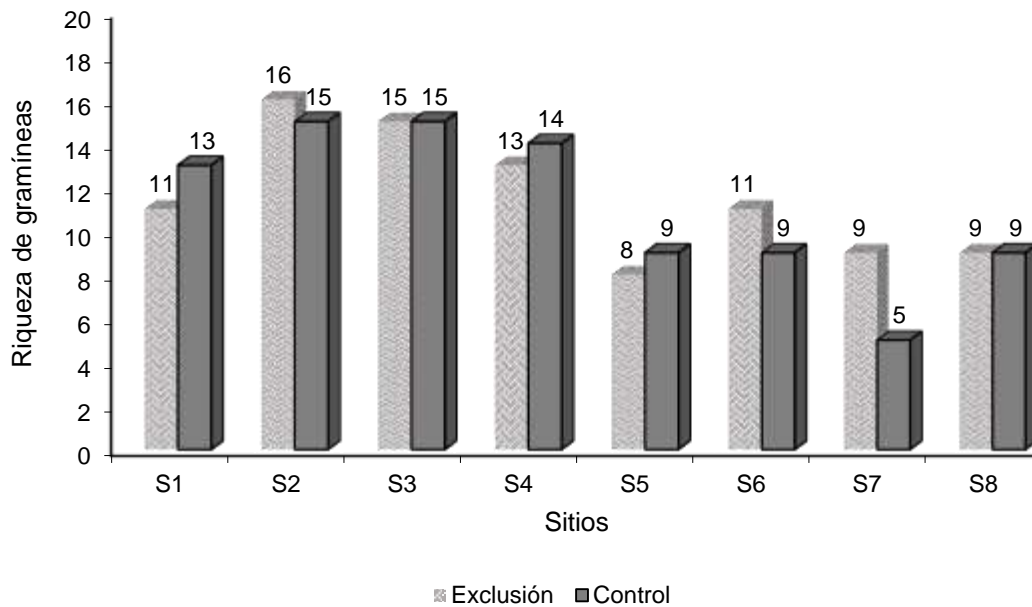


Figura 8. Riqueza de gramíneas de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.

La riqueza obtenida por los métodos fue registrada en los sitios S2, S3 de exclusión con los valores más altos entre 15 y 16 especies, y los valores más bajos corresponden a los demás sitios restantes con valores inferiores a 15 especies, en cambio, se encuentra las áreas de control en dónde la riqueza de especies domina en los sitios S2, S3, S4 con valores de 15 y 14 especies y menor riqueza en los sitios S1, S5, S6, S7, S8 con valores entre 13 y 5 especies (Figura 5). Por lo anterior, ninguno de los métodos se presentó dominante, ya que, las áreas de exclusión registraron un valor de riqueza superior vs control solo en tres sitios al igual que las áreas de control, los dos sitios restantes equivalen a un valor de riqueza similar.

Hierbas Perennes

De un total de 14 hierbas perennes seleccionadas, no todas fueron contabilizadas en los ocho sitios, sin embargo, el sitio en donde se encontró mayor riqueza fue en el uno, con un valor de nueve especies para el área de exclusión y 10 especies para el área de control, por el contrario, también se encontraron registros con valores de riqueza bajos correspondientes al sitio ocho, con una riqueza de dos especies en exclusión y cinco especies en control, en seguida del sitio siete, con valores de cinco especies en exclusión y cuatro especies en control (Figura 6).

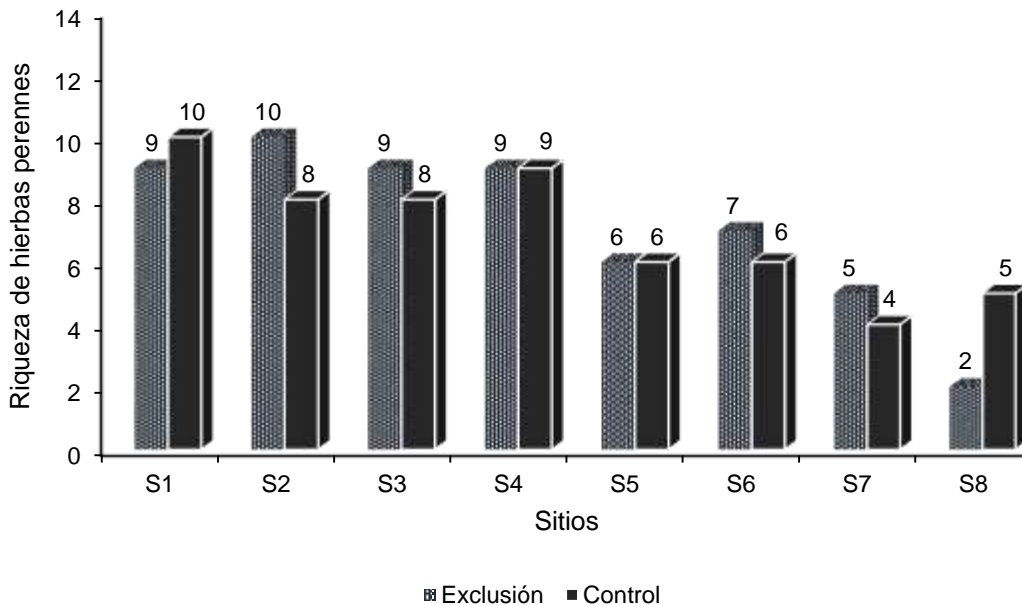


Figura 9. Riqueza de Hierbas perennes de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.

Los valores de riqueza obtenidos por áreas, se registran en los sitios S1, S2, S3, S4, de exclusiones, alcanzando la mayor riqueza con valores de 10 y 9 especies, los sitios con menor riqueza se encuentran en S5, S6, S7, S8 con valores inferiores a 8 especies. Para las áreas de control, los valores con mayor riqueza corresponden al sitio 1 con 10 especies, seguido del sitio 4 con un total de 9 especies, los sitios restantes son equivalentes a valores de riqueza bajos, encontrados de 8 especies

hasta 4 especies (Figura 6), por lo tanto, el método de exclusión presentó la mayor riqueza de hierbas perennes, con un resultado de dominancia en cuatro sitios y dos sitios dominados por el área de control, los otros dos sitios restantes obtuvieron una riqueza similar.

Hierbas anuales y bianuales

La riqueza de especies de hierbas anuales y bianuales seleccionada para su evaluación, fue de 14 especies, el cual, en el transcurso de los cinco años no fueron presentadas en ninguno de los ocho sitios, aun así, se obtuvo valores de riqueza cercanos en los métodos, presentados en el sitio dos, con una riqueza de 11 especies en exclusión y 10 en control seguido del sitio cuatro con riqueza de 10 especies para las dos áreas, mientras que los valores de riqueza más bajos fueron presentados en los sitios cinco y ocho (Figura 7).

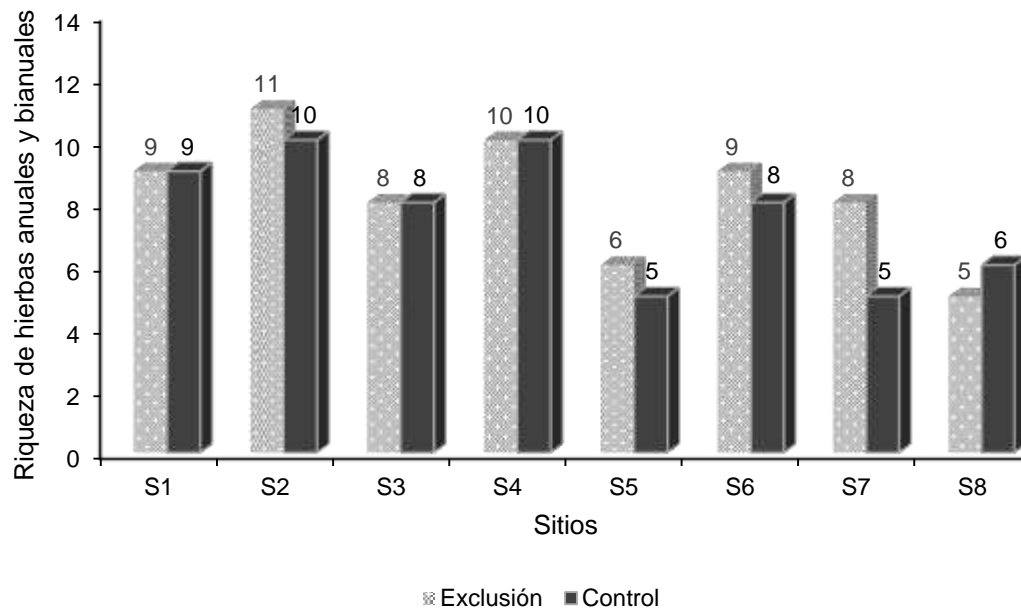


Figura 10. Riqueza de Hierbas anuales y bianuales de ocho sitios en áreas de exclusión vs control.

La riqueza de especies por área registrada en los sitios S2 y S4 de la exclusión fueron los que alcanzaron altos valores de riqueza, con un total de 11 y 10 especies, los sitios S1, S3, S5, S6, S7, S8 se posicionan con valores bajos inferior a 9 especies, en las áreas de control, los valores más altos de riqueza fueron de 10 y 9 especies correspondientes al sitio S1, S2, S4, los sitios S3, S5, S6, S7, S8 presentaron valores de riqueza inferiores a 8 especies (Figura 7). El método de exclusión presentó el mayor número riqueza, ya que, las áreas de exclusión superan a el control en cinco sitios, solo un sitio de control superó a la exclusión, los otros tres sitios registraron el mismo valor de riqueza.

4.3 Valor forrajero

4.3.1 Valor forrajero con base a la cobertura vegetal

Los datos de cobertura vegetal obtenidos por las tres formas biológicas evaluadas en áreas de control y exclusión dentro de una parcela, se analizaron (Figura 11,12,13,14 y 15) en base a las especies que poseen algún valor forrajero, en donde fueron agrupadas de acuerdo a su valor forrajero con el objetivo de observar cómo fue su comportamiento en abundancia.

Al realizar las comparaciones entre las tres formas biológicas de acuerdo a los valores forrajeros dentro de la misma parcela, se encontraron especies únicamente de valor forrajero F₁, F₃ y F₄, el cual, se obtuvo un registro mediante la cobertura vegetal.

En las Figuras 11 y 12 se muestra que las especies más deseables por su alto nivel nutricional que aporta al ganado clasificado como bueno (F₃) y excelente (F₄) de la forma biológica de gramíneas presentaron una disminución, esto se debe a que solo cinco zacates presentaron una cobertura total de 10.4 % (Figura 12) seguido de las plantas F₄, con cuatro zacates en donde registraron un valor excelente cuatro 8.3% (Figura 11) y por lo tanto el aprovechamiento por animales domésticos es escaso.

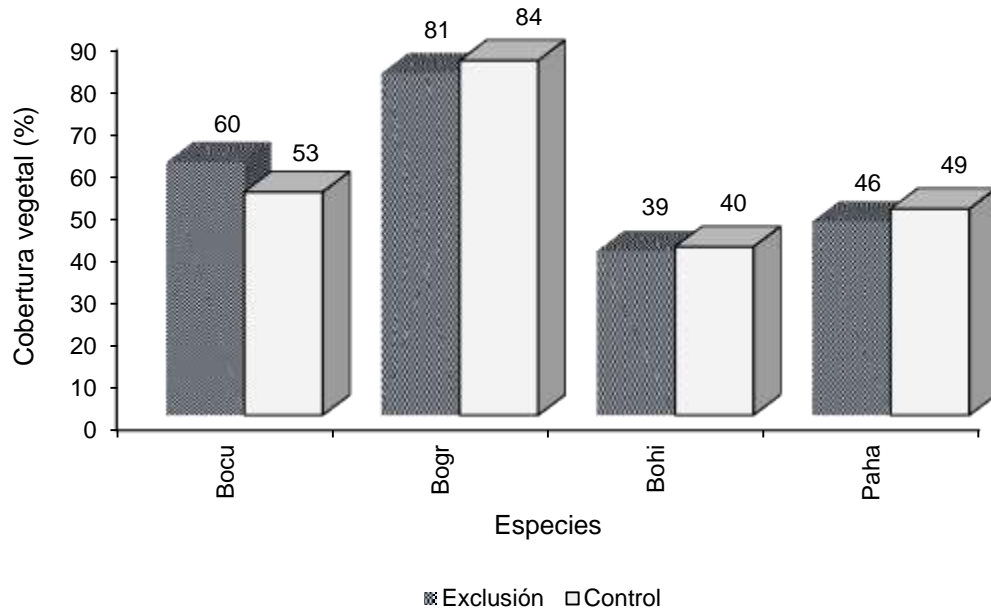


Figura 11. Cobertura vegetal de la forma biológica de gramíneas clasificadas de acuerdo a su valor forrajero Excelente (F₄).

Bocu= *Bouteloua curtipendula*, *Bogr*= *Bouteloua gracilis*, *Bohi*= *Bouteloua hirsuta*, *Paha*= *Panicum hallii*.

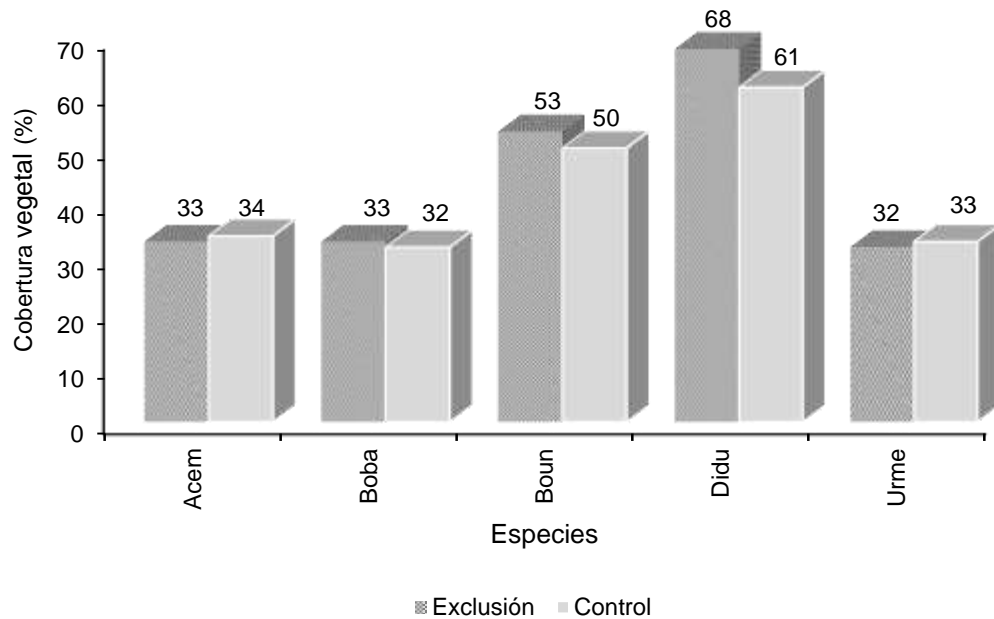


Figura 12. Cobertura vegetal de la forma biológica de gramíneas clasificadas de acuerdo a su valor forrajero bueno (F₃).

Acem= *Achnatherum eminens*, *Boba*= *Bothriochloa barbinodis*, *Boun*= *Bouteloua uniflora*, *Didu*= *Disakisperma dubium*, *Urme*= *Urochloa meziana*.

Sin embargo, el número de especies registradas con mayor frecuencia dentro de la parcela fueron las de valor forrajero pobre (F₁) observadas en las figuras 13, 14 y 15, donde las especies más registradas fueron por la forma biológica de las hierbas perennes con 14 especies, seguido de los zacates con un total de 10 especies y por último las hierbas anuales y bianuales con cuatro especies, por lo tanto, las especies de valor forrajero pobre fueron las dominantes en la parcela tanto en área de exclusión como de control, ya que se tienen registros de las tres formas biológicas que presentaron dicho valor forrajero, el cual, por el gran número de especies F₁ con un total de 28 (58.3%) plantas cubrió gran parte de la parcela de cobertura vegetal, por lo cual los animales domésticos consumen plantas de bajo nivel nutricional con poca más abundancia en las subparcelas de control que las de exclusión provocado por el apacentamiento mal planificado.

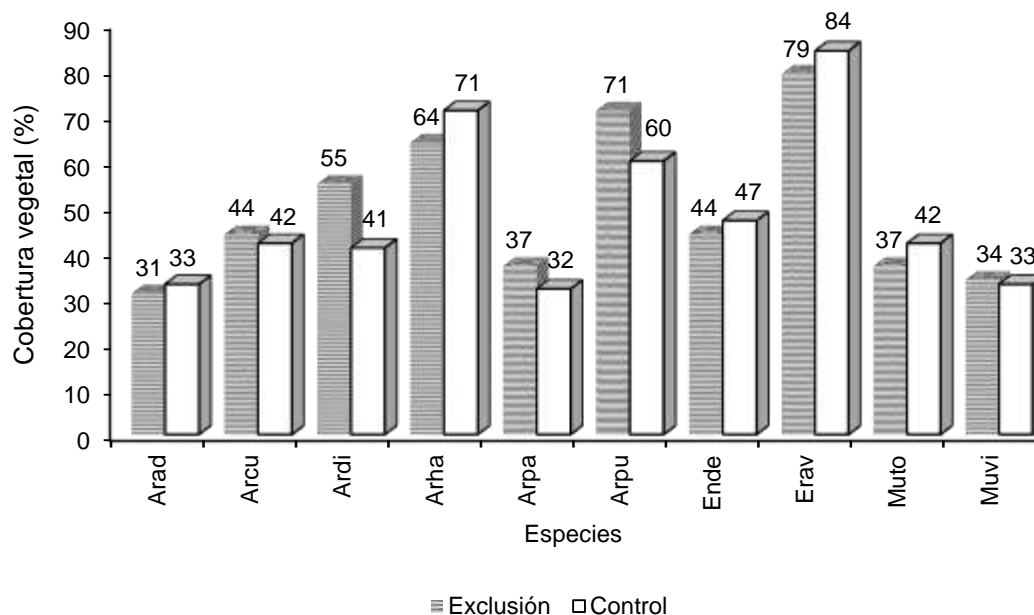


Figura 13. Cobertura vegetal de la forma biológica de Gramíneas clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F₁).

Arad= *Aristida adscensionis*, Arcu= *Aristida curvifolia*, Ardi= *Aristida divaricata*, Arha= *Aristida havardii*, Arpa= *Aristida pansa*, Arpu= *Aristida purpurea*, Ende= *Enneapogon desvauxii*, Erav= *Erioneuron avenaceum*, Muto= *Muhlenbergia torreyi*, Muvi= *Muhlenbergia villiflora*

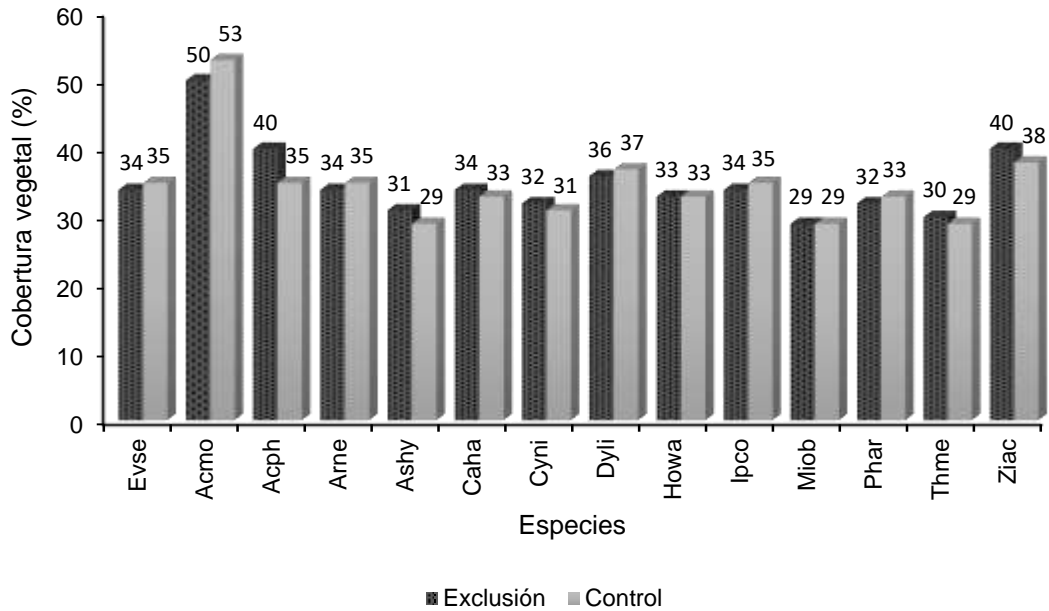


Figura 14. Cobertura vegetal de la forma biológica de Hierbas perennes clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F_1).

Evse= *Evolvulus sericeus*, *Acmo*= *Acalypha monostachya*, *Acph*= *Acalypha phleoides*, *Arne*= *Argythamnia neomexicana*, *Ashy*= *Astragalus hypoleucus*, *Caha*= *Calylophus hartwegii*, *Cyni*= *Cyperus niger*, *Dyli*= *Dyschoriste linearis*, *Howa*= *Hoffmannseggia watsonii*, *Ipco*= *Ipomoea costellata*, *Miob*= *Mirabilis oblongifolia*, *Phar*= *Physaria argyrea*, *Thme*= *Thelesperma megapotamicum*, *Ziac*= *Zinnia acerosa*.

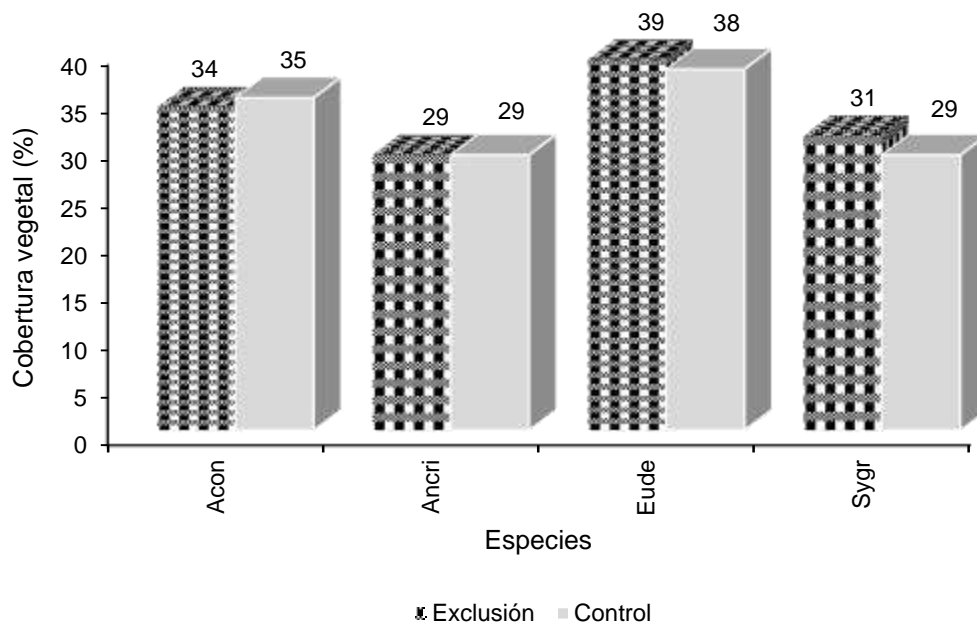


Figura 15. Cobertura vegetal de la forma biológica de Hierbas anuales y bianuales clasificada de acuerdo a su valor forrajero pobre (F₁).

Acon= *Ambrosia confertiflora*, Ancr= *Anoda cristata*, Eude= *Euphorbia dentata*, Sygr= *Synthlipsis greggii*.

Al comparar las plantas de valor forrajero excelente (F₄) con cuatro zacates (8.3%), contra las de valor forrajero pobre (F₁) (Figura 11,13,14 y 15) no presentaron dominancia dentro de la parcela, al igual que los zacates con valor forrajero (F₃) donde cinco (10.4 %) especies de la forma biológica de gramíneas presentaron un valor forrajero bueno (Figura 12) pero al ser solo cinco especies de zacates, en comparación con 27 zacates y hierbas, la categoría F₁ no logra tener dominancia dentro de la parcela en las áreas de exclusión y control, lo cual indica que las especies más preferidas por el animal (F₄ y F₃) se presentaron de manera limitada cuando hay un apacentamiento no gestionado y un subapacentamiento como en las áreas de exclusión, obteniendo especies menos preferidas (F₁) las cuales, fueron las que obtuvieron más presencia y abundancia en las parcelas. por lo tanto, el aprovechamiento por animales domésticos es potencialmente escaso, consumiendo especies menos nutritivas, por lo que no pueden satisfacer sus requerimientos productivos y reproductivos.

4.3.2 Mejor valor forrajero

De acuerdo a las figuras 11 y 12, se observa que las especies más deseadas fueron presentadas de manera limitada con un total de nueve spp de valores F₄ y F₃; en base al análisis de frecuencia y cobertura vegetal de los zacates (Cuadro 4 y 5) indica que en términos de frecuencia seis zacates son iguales siendo *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Panicum hallii*, *Bothriochloa barbinodis*, *Disakisperma dubium* y *Urochloa meziana*, dos son más frecuentados en la sub-parcela de exclusión *Achnatherum eminens* y *Bouteloua uniflora*, y solo un zacate en la sub-parcela de control *Bouteloua hirsuta*, en ese sentido la exclusión si promueve la presencia de zacates con valor forrajero deseable, sin embargo, cuando se toma en cuenta la cobertura, se observó que cuatro de nueve especies registraron un valor más alto en la exclusión, siendo *Bouteloua curtipendula*, *B. uniflora*, *Bothriochloa barbinodis* y *Disakisperma dubium*, a resaltar que el porcentaje de diferencia a favor en los sitios de exclusión fue importante (aproximadamente 7%) en dos especies *Bouteloua curtipendula* y *Disakisperma dubium*. Por lo anterior, la exclusión favoreció de manera específica ciertas especies tato por su distribución, como por su cobertura.

Cuadro 4. Valor forrajero de clasificación excelente (F₄), frecuencia y cobertura vegetal en condiciones de exclusión vs. control de cuatro zacates.

Spp.	Exclusión		Control	
	Frecuencia (%)	Cobertura (%)	Frecuencia (%)	Cobertura (%)
<i>Bouteloua curtipendula</i>	75	60.1	75	53.04
<i>Bouteloua gracilis</i>	100	81.65	100	84.3
<i>Bouteloua hirsuta</i>	37.5	39.25	50	40.65
<i>Panicum hallii</i>	62.5	46.31	62.5	49.33

Cuadro 5. Valor forrajero de clasificación buena (F₃), frecuencia y cobertura vegetal en condiciones de exclusión vs. control de cinco zacates.

Especies	Exclusión		Control	
	Frecuencia (%)	Cobertura (%)	Frecuencia (%)	Cobertura (%)
<i>Achnatherum eminens</i>	25	33.14	12.5	34.43
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	25	33.2	25	32.29
<i>Bouteloua uniflora</i>	87.5	53.27	75	50.23
<i>Disakisperma dubium</i>	87.5	68.28	87.5	61.99
<i>Urochloa meziana</i>	25	32.21	25	33.28

V. DISCUSIÓN

La cobertura vegetal registrada para las tres formas biológicas estudiadas, registró diferencias entre especies prestando porcentajes más altos en las áreas de exclusión, siendo una gramínea (*Bouteloua gracilis*) la que presentó los porcentajes más altos, lo que se infiere fue debido a la recuperación de la cobertura vegetal, lo que coincide con lo reportado por Milchunas *et al.* (1992) mencionan que los valores de cobertura vegetal, diversidad y riqueza de especies son más altos en áreas excluidas al apacentamiento; mientras que el apacentamiento intenso puede reducirla (Biondini *et al.*, 1998), como en el presente estudio, en el cual las áreas pastoreadas presentaron menor cobertura vegetal debido a que el ganado genera cambios estructurales con el uso moderado, resultados similares a Belsky, (1992); Milchunas y Lauenroth, (1992); McIntyre y Lavorel, (1994); Pettit *et al.* (1995) reportaron que los grandes herbívoros representan un factor clave en la modificación de la estructura de las comunidades de zacates naturales, modificando su composición florística, su riqueza, cobertura vegetal y su diversidad.

Gran parte de estos cambios en la estructura y composición vegetal de las áreas de zacatal se debe a la mala gestión ganadera, llevando a un sobreapacentamiento ocasionando una disminución de cobertura vegetal, la ausencia de las plantas forrajeras más deseables e incrementando la presencia de hierbas menos deseables registradas en este estudio. En relación al parámetro de riqueza, los mayores registros fueron en las especies herbáceas y las especies más deseables o de alto valor forrajero tuvieron una disminución; esto se ajusta al modelo de disturbio intermedio citado por Hobbs y Huenneke (1992), el cual señala que, a niveles intermedios de disturbio, la riqueza alcanza su mayor valor.

Siendo la sub-parcela de exclusión la que presento el mayor índice de riqueza de especies, semejante a los resultados obtenidos por Cheng *et al.* (2011) quienes, en un pastizal de la zona árida de China, en donde se reportó que la cobertura de la vegetación, altura y riqueza de especies de plantas aumentaron después de la exclusión, concordando con Zou *et al.* (2016) encontraron que la exclusión del apacentamiento en praderas Alpinas del norte de China disminuyó la riqueza y diversidad de especies en comparación con el área con apacentamiento moderado, donde en áreas excluidas el mantillo acumulado fue mayor bajo exclusión del apacentamiento en comparación con el apacentamiento (hasta 600% mayor)

Contrastantemente Pucheta *et al.* (1998) mediante un estudio en un pastizal semi natural de montaña en la provincia de Córdoba. España, reportaron que el apacentamiento promovió una mayor diversidad de especies rastreras y graminoides mencionando que, las diferencias en composición de especies y diversidad entre el sitio pastoreado y los excluidos del apacentamiento se incrementaron con el tiempo de exclusión, siendo máxima la riqueza y diversidad en el pastoreado; similar a Altesor *et al.* (2005) quienes en un estudio realizado en ecosistemas forestales de Uruguay documentaron que las áreas con apacentamiento presentaron mayor riqueza y diversidad de especies dominados por los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*, encontraron

que las parcelas donde se excluyó el apacentamiento, los valores fueron de 20% y 60% respectivamente en comparación de lo encontrado en este estudio que fue de 51%, en concordancia con esta idea Rusch y Oesterheld (1997) mencionan que el apacentamiento incrementó la riqueza de especies mediante la adición de hierbas exóticas en las Pampas Argentinas con el aumento de algunas especies ruderales de invierno de origen Euroasiático, sin reducir la riqueza y la cobertura de la flora nativa, por otro lado, Osem *et al.* (2002) reportó que los zacatales con productividad alta o moderada, el apacentamiento aumenta la riqueza de especies de plantas, pero puede reducirla en zacatales con baja productividad.

En relación a los recursos vegetales disponibles para apacentamiento en el norte de México, Encina-Domínguez *et al* (2019) mencionan que en el zacatal las familias con mayor número de especies son Asteraceae, Fabaceae y Poaceae, siendo para esta última familia algunas de las especies más comunes *Bouteloua dactyloides*, *B. gracilis* y *B. uniflora* además de *Aristida havardii*; las gramíneas tienen alta riqueza de especies en las regiones montañosas y en las zonas áridas y semiáridas de México (Rzedowski 1991) y de acuerdo con Herrera-Arrieta *et al.* (2004) se han utilizado para el apacentamiento intensivo de ganado bovino por su alto valor nutricional y preferencia del animal, lo que ha ocasionado una disminución en la riqueza del zacatal; en este estudio, las especies de valor forrajero pobre fueron las que más dominaron con el 58.3% de cobertura, lo que es una tendencia soportada por varios estudios (Archer 1994; Hickman y Hartnett 2002), a razón de que el apacentamiento selectivo impide el desarrollo de especies forrajeras, eliminando aquellas especies con buena calidad forrajera y favoreciendo la expansión de otras (Richardson *et al.*, 2000) propiciando y aumentando la invasión de plantas indeseables, como arbustos espinosos y resistentes al apacentamiento y hierbas anuales de tipo ruderal que son dispersadas por el ganado. En los sistemas áridos y semiáridos se produce un reemplazo de las especies con valor forrajero por arbustos (Bisigato, 2000) y gramíneas de menor calidad para el ganado (Cerqueira *et al.*, 2000; Distel *et al.*, 2000).

Además, otra modificación estructural de la comunidad vegetal es la disminución de la cobertura de los pastos forrajeros (Jasic y Fuentes, 1991; Bisigato, 2000).

Si continua la presión del sobreapacentamiento en el zacatal estudiado, este podría además ser reemplazado en el mediano y largo plazo por arbustos espinosos, de acuerdo Briske y Heitschmidt (1991), el apacentamiento por si sólo y la intensidad del apacentamiento, en particular, afectan la productividad y el valor nutritivo del pasto. De continuar el libre apacentamiento en el zacatal estudiado, las malezas registradas podrían ser más abundantes e inclusive reemplazar algunas especies nativas, lo que también ha sido documentado por Baruch *et al.* (1989) quienes mencionan que las malezas ruderales son mejores competidoras y capaces de desplazar a las especies nativas.

VI. CONCLUSIONES

No existe diferencia significativa entre exclusión y control sobre la cobertura vegetal, por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada de que el apacentamiento favorece la recuperación del zacatal en términos de cobertura. Las gramíneas fueron las que registró valores más fluctuantes, no así las hierbas perennes o las anuales-bianuales; en condiciones naturales se observan diferencias visuales importantes en la cobertura, que no fueron detectadas en el análisis estadístico debido al uso de rangos para su descripción, por otro lado, esta medida estandarizada (los rangos) permite dar consistencia en la evaluación a largo plazo.

Los efectos del apacentamiento no modifican la cobertura de las áreas de exclusión y control, pero si la dinámica de especies desde el punto de riqueza, composición de especies y valor forrajero, debido a que las especies de valor forrajero pobre (F_1) fueron las que más dominaron la parcela tanto en área de exclusión como de control.

La hipótesis acerca de que la exclusión al apacentamiento promueve una mayor ocurrencia de especies de zacates de buen valor forrajero, se acepta, porque la sub-parcela de exclusión promovió la distribución con dos zacates contra la sub-parcela de control que solo fue un zacate, en ese sentido la exclusión si promueve la presencia de zacates con valor forrajero deseable.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar programas de manejo para los ejidos sobre la ganadería extensiva bien planificada, para que lo vean como una herramienta de conservación de la biodiversidad, llegando a incrementar la biomasa, cobertura vegetal y riqueza de un zacatal entre otros que lleguen a favorecer la nutrición animal.

Implementar programas de nutrición para el ganado, en donde se resalte que las hierbas y zacates son la principal fuente de alimento de la ganadería extensiva, de modo que es necesario brindarles el consumo de forraje de buena calidad, para que cumplan con sus requerimientos productivos y reproductivos eficientemente.

Realizar estudio de los pastizales del sureste de Coahuila a la similar de la sierra de Zapalinamé y promover a la interacción de los dueños de los predios para dar a conocer las diferentes especies que se pueden encontrar en el apacentamiento del ganado y cómo son influenciadas en un control de apacentamiento o exclusión ya que se lograra entender como esa especie se comporta ante diferentes maneras de apacentamiento y en qué condiciones son favorables para su mayor ocurrencia a lo largo del tiempo, para poder aplicar estrategias de manejo a el ganado.

Instalar exclusiones para evaluar a riqueza de especies, cobertura vegetal y dinámica de especies, además de, la ocurrencia de mayor número de especies con buen valor forrajero tiene resultados positivos, ya que promueve el número de especies y su abundancia siendo reflejados en la nutrición del ganado y en sus diferentes procesos, además de conservar las especies de *Bouteloua* y demás especies nativas del zacatal siendo las de mejor calidad nutricional.

VIII. LITERATURA CITADA

Aguado, S.G.A., M. Luna L y R.A. Giner C. 1989. Respuesta de la vegetación y suelo de los Llanos de Ojuelos al apacentamiento immoderado. *Revista Manejo de Pastizales SOMMAP* 3° (1) 3-8.

Altesor A, Oesterheld M, Leoni E, Lezama F, y Rodríguez C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179, 83–91.

Anaya, G.M., Estrada Berg. W.J., y Ortiz Solario L.M. 1994. Evaluación, cartografía y Políticas preventivas de la degradación de la tierra. CONAZA. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo. De México. 161 p.

Archer, S., 1994. Woody plant encroachment into southwestern grasslands and savannas: rates, patterns, and proximate causes. In *Ecological Implications of Livestock Herbivory in the West*, ed. M Vavra, WA Laycock, RD Pieper. Denver, CO: Society for Range Management, pp. 13–68.

Arévalo, J.R.; China, E.; y Barquín, E. 2007. Gestión de pastos bajo apacentamiento caprino en Canarias. *Agric Ecosyst. Environ.* 118, 291-296.

Arévalo, J.R.; de Nascimento, L.; Fernández-Lugo, S.; Mata, J.; Bermejo, L. 2011. Efectos del apacentamiento sobre la composición de especies en diferentes tipos de vegetación (La Palma, Islas Canarias) *Acta Oecologica*. 37,230-238.

- Arévalo, J.R.;** Fernández-Lugo, S.; Reyes-Betancort, J.A.; Tejedor, M.; Jiménez, C.; Díaz, F.J. 2017. Relaciones entre parámetros edáficos y vegetación en bancales abandonados vs. No bancales en tierra áridas (Lanzarote, España): Una oportunidad para la restauración *Acta Oecologica*. 85, 77-84.
- Arévalo, J.R.;** Encina-Domínguez, J.A.; Mellado, M.; García-Martínez, J.E.; Cruz-Anaya, A. 2021. Impacto de 25 años de apacentamiento en la estructura forestal de *Pinus cembroides* en el noroeste de México. *Acta Oecologica*. 111, 103743 <https://doi.org/10.1016/j.actao>.
- Arévalo, J.R.;** Encina-Domínguez, J.A.; González-Montelongo, C.; Mellado, M.; Cruz-Anaya, A. 2023. Effects of Scale, Temporal Variation and Grazing on Diversity in an Endemic Pasture in Sierra de Zapaliname, Coahuila, Mexico. *Agriculture* 13, 1737.
- Baruch, Z.,** Hernández, A.B., Montilla, M.G. 1989. Dinámica del crecimiento, fenología y repartición de biomasa de gramíneas nativas e introducidas en una sábana neotropical. *Ecotropicos* 2, 1–13.
- Belsky A.J.** 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist*, 127: 870–892.
- Biondini, M. E., B. D. Patton,** y P. E. Nyren. 1998. Grazing intensity and ecosystem processes in a northern mixedgrass prairie. *Ecological Applications* 8:469–479.

- Bisigato, A.J.** 2000. Dinámica de la vegetación en áreas pastoreadas del extremo austral de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias, UBA, 163 p.
- Brassiolo M., D.P. González y M.H. Zárate.** 2008. Reacción del estrato arbustivo a diferentes intervenciones y presencia de ganado vacuno, en el Chaco Semiárido. *Quebracho*, 16(4200), 51–61.
- Briske, D. D., S. D. Fuhlendorf, y F. E. Smeins.** 2005. State-and– transition models, thresholds, and rangeland health: a synthesis of ecological concepts and perspectives. *Rangeland Ecology and Management* 58:1-10.
- Briske, D. D., y R. K. Heitschmidt.** 1991. An ecological perspective. in *Grazing Management: An Ecological Perspective*. R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth, ed. Timber Press, Portland, OR. pp, 11–26
- Buxton, D.R. y Fales, S.L.** 1994. Plant environment and quality. In: *Conference on forage quality, evaluation, and utilization*. (Ed. G.C. Fahey). National University of Nebraska, Lincoln, NE. P. 155
- Casado, M.A.; Castro, I.; Ramírez- Sanz, L.; Costatenorio, M.; De Miguel, J.M.; Pineda, F.D.** 2004. Riqueza de plantas herbáceas y cobertura vegetal en pastizales y matorrales mediterráneos. *Plant Ecoogy*. 170,83-91.
- Cerqueira, E.D., A.M. Saenz, C.M. Rabotnikof, B. Fernandez y C. Chirino.** 2000. Dietas de vacunos en apacentamiento sobre dos condiciones del bosque de

caldén. Actas de la XVI Reunión de la asociación Latinoamérica de producción animal (Versión CD alpa\ Trabajos\ Nutrición\ NR 35. htm) Montevideo, Uruguay.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente, futuro. En CONABIO-Instituto de Biología; UNAM-Agrupación Sierra Madre: Ciudad de México, p. 847.

Challenger, A., Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 87–108.

Cheng, J., Wu, G.L., Zhao, L.P., Li, Y., Li, W., Cheng, J.M. 2011. Cumulative effects of 20-year exclusion of livestock grazing on above- and belowground biomass of typical steppe communities in arid areas of the Loess Plateau, China. *Plant Soil Environment* 57, 40–44.

Collins S.L. 1987. Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology*, 68:1243–1250.

CONABIO. 2014. Pastizales | Biodiversidad Mexicana.

<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales>. (21, junio,2023).

CONABIO. 2017. La biodiversidad en Coahuila: Estudio de Estado | Biodiversidad Mexicana.https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_coahuila. (07, julio,2023).

- Coupland, R.T.** 1979. Natural temperate grasslands. Grassland ecosystems of the world. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. pp. 41–111.
- Courtois, D.R.,** Perryman, B.L., Hussein, H.S. 2004. Vegetation change after 65 years of grazing and grazing exclusion. *Journal Range Management* 57, 574–582.
- Daubenmire, R.F.** 1959. Canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science*, 33:43-64.
- D'Atri, P.** 2007. Pastizales del Mundo
<https://www.produccionanimal.com.ar/sustentabilidad/54pastizalesdelmundo.pdf>. (31, julio,2023).
- De León, I.** 2003. Boletín Técnico Producción Animal, EEA Manfredi. Año I, N°2(3).
https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/20-manejo_pastizal.pdf (28, noviembre,2023).
- Distel, R.A., N.G.** Didone y A.S. Moretto. 2000. Variaciones estacionales del contenido de proteína, fibra y lignina en *Stipa clarazii*, *Stipa brachichaeta*, y *Stipa gyneriodes*. *Revista Argentina de producción animal*, 20: 142-143.
- Encina-Domínguez, J.A.,** Valdés-Reyna J., Villarreal-Quintana J. A. 2014. Estructura de un zacatal de toboso (*Hilaria mutica: Poaceae*) asociado a un sustrato ígneo en el Noroeste de Coahuila, México. *Revista de Instituto de Investigación Botánica de Texas* 8. Pp 583-594.

Encina-Domínguez, J.A; Valdés-Reyna, J.; Villarreal-Quintanilla, J.A. 2014. Estructura de un Zacatal de toboso (*Hilaria mutica*: Poaceae) asociado a un sustrato ígneo en el noroeste de Coahuila, México. Revista de Instituto de Investigación Botánica de Texas. 8, 583-594.

Encina-Domínguez, J. A., Villarreal-Quintanilla J. A., Estrada-Castillón E., Rueda-Moreno O. 2019. Situación actual de la vegetación de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Botanical Sciences 97 (4): 630-648.

Evans, R. D., J. Belnap. 1999. Long-term consequences of disturbance on nitrogen dynamics in an arid ecosystem. Ecology, 80:150-160.

Facelli, J.M., R. León y A. Deregibus. 1988. Community structure in grazed and ungrazed grassland sites in the flooding Pampa Argentina. American Midland Naturalist 1: 125-133.

Fierro, L., C. 1997. Las tierras de apacentamiento en México y el proceso de desertificación Jornadas para la Convención Internacional de la Lucha contra la Desertificación. ONU; CONACyT; SEMARNAP; INIFAP; CICESE; UABC. Ensenada, Baja California, México.

Gusha, J.; Mugabe, P.H. 2023. Unpalatable and wiry grasses are the dominant grass species in semi-arid communal rangelands in Zimbabwe. International Journal of Sustainable Development, 2, 1057-1083.

- Hayes, G.F.,** Holl, K.D. 2003. Cattle grazing impacts on annual forbs and vegetation composition of mesic grasslands in California. *Conservation Biology* 17, 1694–1702.
- Herrera, A., Y.** 1997. Biosistemática de gramíneas: *Bouteloua* en el norte de México. IPN.CIIDIR-Unidad Durango. 185 p.
- Herrera-Arrieta, Y.,** Peterson, P., Cerda-Lemus, M. 2004. Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Politécnico Nacional, Durango, México. 187 p.
- Hickman, K.R.,** y Hartnett, D.C. 2002. Effects of grazing intensity on growth, reproduction, and abundance of three palatable forbs in Kansas tallgrass prairie. *Plant Ecology* 159, 23–33.
- Hobbs, R.J.,** y Huenneke, L.F. 1992. Disturbance, diversity and invasion: Implications for conservation. *Conservation Biology* 6, 324–337.
- Hodgson, J.,** 1990. Grazing management. Science into Practice. Longman Handbooks in Agriculture. Longman Group Limited, Hong Kong. P,203.
- Ibarra, F. F., S. M. Medina.,** M. Martín, R., F. Denogean, B., y E. Gerlach. 2005. La siembre del zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos en la sierra de Sonora. *Técnica Pecuaria em México* 43(2):173-183.

- Instituto Coahuilense de Ecología (ICE).** 2001. Ordenamiento ecológico de Coahuila, México. Gobierno de Coahuila. Saltillo, México.
<https://sma.gob.mx/bitacora-ambiental/> (05, Julio,2023).
- Jasic, F.M.** y E.R. Fuentes. 1991. Why are native herbs in the chilean matorral more abundant beneath bushes: microclimate or grazing?. *Journal of Ecology.*, 68: 665-669.
- Jurado-Guerra, P.,** Velázquez-Martínez, M., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutiérrez-Luna, R., Chávez-Ruiz, M. G. 2021. Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3: 261–285.
- Kahmen, S.,** Poschlod, P., Schreiber, K.F. 2002. Conservation management of calcareous grasslands: changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biological Conservation* 104, 319–328.
- Lunt, I.D.,** Eldridge, D.J., Morgan, J.W., Witt, G.B. 2007. A framework to predict the effects of livestock grazing and grazing exclusion on conservation values in natural ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany* 55, 401–415.
- McIntyre, S.** y S. Lavorel. 1994. How environmental and disturbance factors influence species composition in temperate Australian grasslands. *Journal of Vegetation Science* 5: 373-384.

- Mejía, M.T.** y Dávila, P. 1992. Gramíneas Útiles de México. Cuadernos del Instituto de Biología No. 16. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 298 p.
- Milchunas, D.G.**, Lauenroth, W.K., Chapman, P.L. 1992. Plant competition, abiotic and longterm and short-term effects of large herbivores on demography of opportunistic species in a semiarid grassland. *Oecologia* 92, 520–531.
- Milchunas, D.G.**, O.E. Sala y W.Q. Lauenroth. 1988. A generalized model of effects of the grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalista*, 132: 87-106
- Molina S.I.**, G.R. Valladares, S. Gardner y M. Cabido. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29–42.
- Nai-Bregaglio M.**, E. Pucheta y M. Cabido. 2002. El efecto del apacentamiento sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina from central Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 613–623.
- O'dell, B.L.** 1984. Bioavailability of trace elements. *Nutrition Reviews*. 42:301.
- Olf, H.**, Ritchie, M.E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution* 13, 261–265.

- Osem, Y.**, Perevolotsky, A. Kigel, J. 2002. Grazing effect on diversity of annual plant communities in a semi-arid rangeland: interactions with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity. *Journal of Ecology*. 90, 936–946.
- Pettit N. E.**, R. H. Froend y P. G. Ladd. 1995. Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science* 6: 121- 130.
- Pinkava, D.J** 1984. Vegetation and flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas región, Coahuila, México: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19: 23-47 p.
- Pucheta, E.**, F. Vendramini, M. Cabido y S. Díaz. 1998. Structure and functioning of a mountain grazed grassland and their response after exclosure. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 103 (1):77-92.
- Ramírez, E.**, Catani P., Ruiz S.1999. La importancia de la calidad del forraje y el silaje. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservassilo/20la_%20importancia_de_la_calidad_del_forraje_y_el_silaje.pdf.(23 ,junio,2023).
- Ramírez, R.G.**, Mireles, E., Huerta, J.M., Aranda, J. (1995) Forage selection by range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research.*, 17: 129-135.

- Ramírez, R.G.**, Quintanilla-Gonzalez, J.B. Aranda, J., (1997) White-tailed deer food habits in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research.*, 25:142-148.
- Ramírez, R.G.**, Saucedo, J.G., Narro J.A. y Aranda J. (1993) Preference indices for forage species grazed by Spanish goats on a semiarid shrubland in Mexico. *Journal of Applied Animal Research.*,3:55- 66.
- Rebollo, S.**, Milchunas, D.G., Stapp, P., Augustine, D.J., Derner, J.D. 2013. Disproportionate effects of non-colonial small herbivores on structure and diversity of grassland dominated by large herbivores. *Oikos* 122, 1757–1767.
- Richardson, D. M.**, W. J. Bond, W. R. J. Dean, S. I. Higgins, G. F. Midgley, S. J. Milton, L. W. Powrie, M.C. Rutherford, M. J. Samways and R. E. Schulz. 2000. Invasive alien species and global change: a South African perspective. In Mooney, H. A. and R. J. Hobbs (Eds.) Pages 303-349.
- Rodríguez A.**, Jacobo E., 2016, Apacentamiento Controlado, una herramienta para el manejo sustentable de los pastizales naturales en sistemas ganaderos extensivos
https://wwfar.awsassets.panda.org/downloads/kit_pampas__cartilla_apacentamiento_controlado.pdf(30,noviembre,2023).
- Rubin, R.;** J.J. Salazar; J. Johnson Jr. Y D. Gonzales. 1967. El ensilaje en la alimentación del ganado lechero en valle del Sinú. *Agrosavia.co*, N°15 119-120 p.

- Rusch, G.M.**, Oesterheld, M. 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grassland. *Oikos* 78, 519–526.
- Rzedowski J.** 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*,14:3-21.
- Rzedowski, J.** 1975. An ecological and phytogeographical análisis of the grasslands of Mexico. *Taxon*, 24: 67-80 p.
- Rzedowski, J.** 2006. Vegetación de México. 1era. Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Sala, O.E.** 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. In M.J.A. Verger., P.J. Van der Aart, H.J. During and J.T. Verhoeven (Eds.) *Plant form and vegetative structure: adaptation, plasticity, and relation to herbivory*, pp: 317-330. S.P.B. Academy Publis. The Hague.
- Saúl-Quintero.** 1991. Curso de pastos y forrajes. Valor nutritive de los forrajes. Instituto Colombiano Agropecuario. pp:134-142.
- Shreve, F.** 1942. Grassland and related vegetation in northern Mexico. *Madroño* 6, 190–198.

- Secretaría de Agricultura y desarrollo rural (SIAP).** 2023. La ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano. <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-ganaderia-simbolo-de-fortaleza-del-campo-mexicano>.(10, julio,2023).
- Snaydon, R.W.** 1981. The ecology of grazed pastures. En: Grazing Animals. F.W. Morley. Ed. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. p, 79-104
- Steffens, M.,** Kölbl, A., Totsche, K.U., Kögel-Knabner, I. 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (PR China). *Geoderma* 143, 63–72.
- Stuht, J. W.** 1991. Foraging behaviour. En: R. K. Heitschmidt y Stuth, J. W. Grazing Management. An ecological perspective. Timber Press, Portland, Oregon. 65-83 p.
- Tapia, V. A.** 1982. Proyecto de evaluación y comportamiento de arbustivas y gramíneas forrajeras de temporal. En: Informe de actividades y proyectos de investigación. N. L: UANL. Facultad de Agronomía. pp, 41-52.
- Tarhouni, M.;** Hmida, W.B.: Neffati, M. 2017. Long term changes in plant life forms as a consequence of grazing exclusion under arid climatic conditions. *Land Degradation..*, 28,119-1211.
- Teague, R.,** Barnes, M. 2017. Grazing management that regenerates ecosystem function and grazing and livelihoods. *African Journal of Range Forage Sciences* 34, 77–86.

- Trujillo, A.,** y Uriarte G. 2010. Valor nutritivo de las pasturas. http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/alimentos%20rumiantes/trujillo_uriarte.valor_nutritivo_pasturas.pdf. (21, enero,2024).
- Valdés-Reyna, J.** 2015. Gramíneas de Coahuila. CONABIO, México. 559 p.
- Vázquez, G.,** Alicia, U., y Martínez, Z. 2017. Ordenamiento del territorio comunitario y/o microregional del parque nacional “el potosí” S.L.P. informe final. <https://iefectividad.conanp.gob.mx/iefectividad/NSMOr/PN%20EI%20Potos%C3%AD4Componente%20de%20usos%20y%20beneficios/2PRODUCCION%20SUSTENTABLE%20DE%20BIENES%20Y%20SERVICIOS/Ordenamiento%20territorio%20comunitario%20y%20microregional%20Potos%C3%AD.pdf>. (12, julio,2023).
- Vázquez, R.,** 1973. Plan Inicial de Manejo de Agostadero en el Rancho demostrativo “Los Ángeles”. Escuela Superior de Agricultura “Antonio Narro”. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila. 93p.
- Villarreal, J.A.,** Valdés-R, J. 1992-93. Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6: 9-18 p.
- Villa, V.M.** 1967. Silas y Ensilajes. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Bol. Informativo N°65. 22p.
- Villarreal-Quintanilla.,** J.A. 2001. Listados Florísticos de México. XXIII. Flora de Coahuila. México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM.139 p.

- Westoby, M., B.,** Walker y I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42: 266- 274.
- Laycock, W.A.** 1991. Stable states and thresholds of range conditions on North American rangelands: A viewpoint. *Journal of Range Management.*,44: 424-433.
- Wilcox, B. P.,** J. Pitlick, C. D. Allen, y D. W. Davenport. 1996. Runoff and erosion from a rapidly eroding pinyon-juniper hillslope. In: M. G.
- Zou, J.,** Luo, C., Xu, X., Zhao, N., Zhao, L., Zhao, X. 2016. Relationship of plant diversity with litter and soil available nitrogen in an alpine meadow under a 9-year grazing exclusion. *Ecological Research* 31, 841–851.
- Zamudio, L.** 2021. Correcto manejo de pasturas y de apacentamiento. (28 de febrero,2024), <https://blog.croper.com/manejo-de-pasturas-y-problemas-de-apacentamiento/>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Clave de las especies de gramíneas, cobertura vegetal de las áreas de exclusión, control y promedio de la parcela.

Cobertura vegetal (%)				
Gramíneas				
Especie	Exclusión	Control	Promedio	
Acem	33.14	34.43	33.79	
Arad	31.95	33.31	32.63	
Arcu	44.86	42.60	43.73	
Ardi	55.16	41.10	48.13	
Arha	64.45	71.73	68.09	
Arpa	37.46	32.81	35.14	
Arpu	71.74	60.11	65.93	
Boba	33.20	32.29	32.75	
Bocu	60.10	53.04	56.57	
Boda	64.60	76.54	70.57	
Bogr	81.65	84.30	82.98	
Bohi	39.25	40.65	39.95	
Boun	53.76	50.23	52.00	
Didu	68.28	61.99	65.14	
Ende	44.24	47.73	45.99	
Erav	79.08	84.28	81.68	
Muto	37.74	42.80	40.27	
Muvi	34.26	32.70	33.48	
Paha	46.31	49.33	47.82	
Urme	32.21	33.28	32.75	

Anexo 2. Clave de las especies de hierbas perennes, cobertura vegetal de las áreas de exclusión, control y promedio de la parcela.

Cobertura vegetal (%)			
Hierbas Perennes			
Especie	Exclusión	Control	Promedio
Evse	34.34	35.95	35.15
Acmo	50.08	53.03	51.56
Acph	40.59	35.70	38.15
Arne	34.36	35.29	34.83
Ashy	31.14	29.66	30.40
Caha	34.28	33.09	33.69
Cyni	32.14	31.23	31.69
Dyli	36.86	37.80	37.33
Howa	33.06	33.20	33.13
Ipco	34.28	35.46	34.87
Miob	29.18	29.63	29.41
Phar	32.93	33.81	33.37
Thme	30.86	29.66	30.26
Ziac	40.16	38.98	39.57

Anexo 3. Clave de las especies de hierbas anuales y bianuales, cobertura vegetal de las áreas de exclusión, control y promedio de la parcela.

Cobertura vegetal (%)			
Hierbas anual y bianual			
Especie	Exclusión	Control	Promedio
Alin	34.18	35.46	34.82
Acon	32.31	32.89	32.60
Ancri	29.48	29.00	29.24

Crdi	38.63	36.64	37.64
Dypa	35.63	34.24	34.94
Dypi	31.10	31.76	31.43
Eude	39.11	38.40	38.76
Euex	37.98	38.34	38.16
Euse	40.74	42.00	41.37
Logr	43.14	43.35	43.25
Parco	35.45	36.04	35.75
Sare	28.56	29.00	28.78
Saoc	37.00	39.20	38.10
Sygr	31.99	29.88	30.94

Anexo 4. Clave de especies, nombre científico, forma funcional y valor forrajero de las especies encontradas en el estudio.

Clave	Nombre Científico	Valor forrajero
Acem	<i>Achnatherum eminens</i> (Cav.) Barkworth	F ₃
Arad	<i>Aristida adscensionis</i> L.	F ₁
Arcu	<i>Aristida curvifolia</i> E. Fourn.	F ₁
Ardi	<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	F ₁
Arha	<i>Aristida havardii</i> Vasey	F ₁
Arpa	<i>Aristida pansa</i> Wooton & Standl.	F ₁
Arpu	<i>Aristida purpurea</i> Nutt.	F ₁
Boba	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	F ₃
Bocu	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	F ₄
Boda	<i>Bouteloua dactyloides</i> (Nutt.) J.T. Columbus	F ₃

Bogr	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	F ₄
Bohi	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	F ₄
Boun	<i>Bouteloua uniflora</i> Vasey	F ₃
Didu	<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M. Peterson & N. Snow	F ₃
Ende	<i>Enneapogon desvauxii</i> P. Beauv.	F ₁
Erav	<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka	F ₁
Muto	<i>Muhlenbergia torreyi</i> (Kunth) Hitchc. ex Bush	F ₁
Muvi	<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitchc.	F ₁
Paha	<i>Panicum hallii</i> Vasey	F ₄
Urme	<i>Urochloa meziana</i> (Hitchc.) Morrone & Zuloaga	F ₃
Evse	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	F ₁
Acmo	<i>Acalypha monostachya</i> Cav.	F ₁
Aph	<i>Acalypha phleoides</i> Cav.	F ₁
Arne	<i>Argythamnia neomexicana</i> Mull. Arg.	F ₁
Ashy	<i>Astragalus hypoleucus</i> S. Schauer	F ₁ -Tx
Caha	<i>Calylophus hartwegii</i> (Benth.) P.H. Raven	F ₁
Cyni	<i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pav.	F ₁
Dyli	<i>Dyschoriste linearis</i> (Torr. & A. Gray) Kuntze	F ₁
Howa	<i>Hoffmannseggia watsonii</i> (Fisher) Rosa	F ₁
Ipco	<i>Ipomoea costellata</i> Torr.	F ₁
Miob	<i>Mirabilis oblongifolia</i> (A. Gray) Heimerl	F ₁
Phar	<i>Physaria argyraea</i> (A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz	F ₁
Thme	<i>Thelesperma megapotamicum</i> (A. Gray) A. Gray	F ₁

Ziac	<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A. Gray	F ₁ -Is
Alin	<i>Allionia incarnata</i> L.	Me
Acon	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	F ₁ -Tx
Ancr	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltldl.	F ₁ -
Crdr	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R. Anderson	F ₀
Dypa	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.	F ₀
Dypi	<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B.L. Rob.	F ₀
Eude	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	F ₁ -
Euex	<i>Euphorbia exstipulata</i> Engelm.	O -Tx
Euse	<i>Euphorbia serrula</i> Engelm.	O -Tx
Logr	<i>Loeselia greggii</i> S. Watson	Me
Parco	<i>Parthenium confertum</i> A. Gray	Tx - Is
Sare	<i>Salvia reflexa</i> Hornem.	Tx - Me
Saac	<i>Sanvitalia ocymoides</i> DC.	O - Tx
Sygr	<i>Synthlipsis greggii</i> A. Gray	F ₁ -