

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



Riqueza de especies en el banco de semillas en áreas con pastoreo y
exclusión en un zacatal semidesértico del sureste de Coahuila, México

Por:

MARIA DE LA LUZ MARTINEZ SILVA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2026

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

Riqueza de especies en el banco de semillas en áreas con pastoreo y
exclusión en un zacatal semidesértico del sureste de Coahuila, México

POR:

MARIA DE LA LUZ MARTÍNEZ SILVA

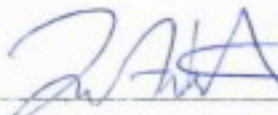
Como requisito parcial para obtener el título profesional de

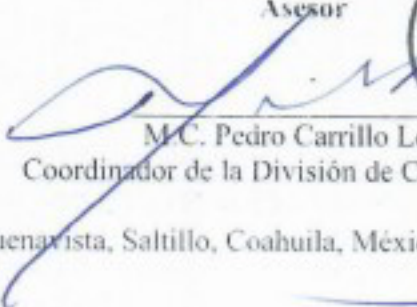
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Fue dirigida por el siguiente comité:


Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor Principal


Dr. José Antonio Hernández Herrera
Asesor


Dr. Juan Antonio Núñez
Asesor


M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Riqueza de especies en el banco de semillas en áreas con pastoreo y
exclusión en un zacatal semidesértico del sureste de Coahuila, México.

POR:
MARIA DE LA LUZ MARTÍNEZ SILVA

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Presidente



Dr. José Antonio Hernández Herrera
Vocal



Dr. Juan Antonio Núñez Colima
Vocal



M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo de 2026

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los aspectos siguientes. 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); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin utilizar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo, tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de esto materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Maria de la Luz Martínez Silva.

MARIA DE LA LUZ MARTÍNEZ SILVA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la formación académica y las herramientas necesarias para el desarrollo de este trabajo.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis asesores de tesis, Dr. José Antonio Hernández, Dr. Juan Antonio Núñez Colima y Dr. Juan Antonio Encina Dominguez, por su orientación, paciencia y apoyo constante durante todo el proceso de investigación.

Un agradecimiento especial a Kevin Jared Osuna Osuna y Ruben Antonio Contreras Varela por ser un apoyo incondicional durante mi formación académica.

Finalmente, agradezco a mi familia por su amor, comprensión y apoyo constante. Gracias por creer en mí, por impulsarme adelante en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo general.....	14
1.1.2 Objetivos particulares	14
1.2 Hipótesis	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1 Banco de semillas.....	15
2.1.1 Definición de banco de semillas (superficial y del suelo).....	15
2.1.2 Importancia ecológica del banco de semillas del suelo: regeneración natural, resiliencia, biodiversidad	15
2.1.3 Factores que afectan la dinámica del banco de semillas del suelo (clima, suelo, disturbios, etc.).	16
2.2 Efectos del pastoreo en ecosistemas	17
2.2.1 Impactos del pastoreo continuo sobre el suelo y la vegetación	18
2.2.2 Cambios en la composición florística y en la capacidad regenerativa. 19	
2.2.3 Efecto sobre la dispersión, germinación y establecimiento de plántulas. 19	
2.3 Áreas de exclusión del pastoreo.....	20
2.3.1 Justificación ecológica de las áreas excluidas del ganado.	20
2.3.2 Evidencias de recuperación vegetal y del banco de semillas tras la exclusión	21
2.3.3 Comparaciones de largo plazo en sistemas con y sin pastoreo.....	22
2.4 Diversidad alfa y beta en comunidades vegetales	22
2.4.1 Concepto y diferencias entre diversidad alfa y beta.....	22
2.4.2 Aplicación de estos índices en estudios de bancos de semillas.	23
2.4.3 Relevancia en estudios de manejo y conservación de la biodiversidad. 25	
3. MATERIALES Y METODOS.....	26
3.1 Localización del área de estudio.....	26

3.2	Recolección de muestras en campo	27
3.3	Germinación.....	28
3.4	Análisis estadístico.....	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1	Riqueza de especies presentes en el banco de semilla de áreas con pastoreo y exclusiones.....	29
Cuadro 1.	Plántulas identificadas por especie a partir de suelo proveniente de áreas con pastoreo y de áreas de exclusión.....	29
Cuadro 2.	Familias y número de especies y su representación	32
4.2	Índices de diversidad y riqueza de especies en el banco de semilla.....	32
Cuadro 3.	Estimación de los Índices de diversidad alfa.....	33
4.2.1	Análisis de Riqueza de Especies (Taxa_S).....	35
4.2.2	Abundancia Total.	35
4.2.3	Dominancia (Dominance_D).....	36
4.2.4	Diversidad de Simpson (1-D).....	36
4.2.5	Índice de Shannon (H).....	36
4.3	Diversidad beta	37
Cuadro 4.	Índices de diversidad beta	38
5.	CONCLUSIONES	39
6.	RECOMENDACIONES	40
7.	LITERATURA CITADA.....	41
8.	ANEXO FOTOGRAFICO	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Plántulas identificadas por especie a partir de suelo proveniente de áreas con pastoreo y de áreas de exclusión.....	29
Cuadro 2.	Familias y número de especies y su representación.....	32
Cuadro 3.	Estimación de los Índices de diversidad alfa.....	33
Cuadro 4.	Índices de diversidad beta	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sierra Zapalinamé y dimensiones de las áreas de exclusión.....	27
Figura 2.	Aspecto del Área de exclusión donde se observa el cerco de alambre para evitar ingreso de ganado.....	28
Figura 3.	Número de plántulas por área de control y área de exclusión.....	34
Figura 4.	<i>Bouteloua gracilis</i>	
	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	49
Figura 5.	<i>B. dactyloides</i>	
Figura 6.		
Figura 7.	<i>Euphorbia extipulata</i>	
Figura 8.	<i>Sida abutifolia</i>	49
Figura 9.	<i>Euphorbia serrula</i>	
Figura 10.	<i>T. texana</i>	50
Figura 11.	<i>Charola con cuadrantes</i>	
Figura 12.	<i>E. extipulata</i>	50
Figura 13.	<i>Asphodelus fistulosus</i>	
Figura 14.	<i>Disakisperma dubium</i>	51

RESUMEN

El banco de semillas del suelo está conformado por semillas viables que permanecen sobre o en el suelo y que cumplen un papel fundamental en la regeneración de la vegetación en zonas perturbadas, su estudio permite la evaluación del estado en que se encuentra el sitio. Con el objetivo de determinar si el pastoreo influye en la riqueza y abundancia de especies en la sierra de Zapaliname, se establecieron ocho pares de parcelas; en cada par, una parcela fue destinada a un pastoreo controlado y la otra a una exclusión de herbívoros mediante cercos. En cada parcela se recolectó una muestra del suelo, la cual fue colocada en charolas de aluminio con orificios de drenaje y cubiertas para evitar contaminaciones externas. Las muestras se mantuvieron bajo riegos periódicos y se registró la emergencia de cada plántula durante un periodo de tres meses. Para el análisis se emplearon índices de diversidad alfa y beta, los resultados mostraron que ambos sitios presentaron una riqueza similar observada de especies del banco de semillas del suelo, sin embargo, el área de exclusión presentó una mayor abundancia total (62 individuos) en comparación del área con un pastoreo controlado (44 individuos). En contraste, el pastoreo favoreció una mayor equidad y distribución de especies, mientras que la exclusión promovió una acumulación de individuos y una mayor dominancia de ciertas especies deseables.

Palabras clave: Banco de semillas, pastoreo controlado, exclusión

1. INTRODUCCIÓN

La Sierra Zapaliname se ubica en el sureste del estado de Coahuila, México, decretada como zona natural protegida en 1996, es un espacio natural que se caracteriza por la presencia de diversos tipos de vegetación, incluyendo bosques de pino, encino y matorrales xerófilos, que en su mayoría son afectados por disturbios como incendios, desmontes, aprovechamiento forestal y sobreapacentamiento provocados por la población local (Encina-Domínguez *et al.*, 2019).

El pastoreo continuo, es una actividad común en regiones semiáridas y áridas, consiste en que el ganado permanece en un lugar sin darle la oportunidad de descansar, lo que puede modificar la estructura y densidad de la vegetación, compactando el suelo y afectar la capacidad de las plantas nativas para regenerarse (Borrelli & Oliva, 2001; Ribeiro *et al.*, 2023). Aunando a lo anterior, el pisoteo intenso y el consumo selectivo del ganado provocan que la vegetación disminuya, se erosionen los suelos y colonicen las especies invasoras (Karatassiou *et al.*, 2022; Amuchástegui *et al.*, 2024).

Ante esta situación, los bancos de semillas en el suelo son fundamentales, ya que actúan como una reserva natural de plantas y también como un indicador del potencial de recuperación del ecosistema, en otras palabras, los bancos de semilla son las semillas viables que se encuentran en el suelo aportadas por dispersión local y dispersión a larga distancia (Piudo *et al.*, 2005), es esencial en la restauración y conservación de especies en áreas degradadas (Mohammed *et al.*, 2020), almacenan semillas viables, que existe en el suelo, y que pueden activarse cuando las condiciones son óptimas para su crecimiento después de una perturbación (De Souza Maia *et al.*, 2006; Maraón, 2005), permitiendo que especies anuales puedan seguir su ciclo de vida (gramíneas generalmente) y ayudan a restaurar áreas dañadas, funcionando como un mecanismo que apoya a que el ecosistema sea más resistente y pueda recuperarse (Eskelinen *et al.*, 2023; Shiferaw *et al.*, 2018).

Para la recuperación de áreas dañadas por el pastoreo continuo, es útil establecer un cercado para impedir que el ganado pastoree en esa área, se ha demostrado como una estrategia efectiva, varios estudios han mostrado que cuando se excluye al ganado, la vegetación mejora, aumenta la cantidad de semillas en el banco, se recupera la cobertura vegetal y combatir la desertificación (Márquez *et al.*, 2002; Sun *et al.*, 2020). Además, esta práctica ayuda a que especies en peligro puedan volver a aparecer y estabiliza la producción del ecosistema (Djamel *et al.*, 2022). En contraste, las áreas en las que el ganado sigue pastoreando continuamente tienen más suelo desnudo, menos plántulas y una menor capacidad para regenerarse (Liu *et al.*, 2023; Vidaller *et al.*, 2019). El pastoreo detiene el crecimiento y desarrollo de plántulas por el consumo continuo de biomasa y a través del pisoteo (Chabuz *et al.*, 2019).

Otra forma de entender el estado de las plantas en diferentes zonas es analizar los índices de la diversidad. La diversidad alfa es el número de especies en un lugar determinado, mientras que la beta mide cómo cambian las comunidades de plantas entre diferentes áreas (Rodríguez *et al.*, 2003; Cano-Ortiz *et al.*, 2021). Estos conteos ayudan a entender cómo el manejo y las actividades humanas afectan la variedad de plantas y su distribución. Varios estudios han encontrado que cuando hay pastoreo continuo, se reduce la cantidad de especies diferentes y la estructura de las comunidades vegetales es afectada (González *et al.*, 2022).

El estudio y la conservación del banco de semillas en el suelo representan un componente clave para favorecer la regeneración natural de las poblaciones de plantas nativas, al constituir una reserva genética que permite la recuperación de la vegetación después de disturbios, mantener la diversidad florística y fortalecer la resiliencia de los ecosistemas frente a procesos de degradación ambiental.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la diversidad biológica, así como la composición florística y la estructura del banco de semillas del suelo en un área con pastoreo controlado y en un área con exclusión del ganado, con el fin de identificar los efectos del manejo ganadero sobre la regeneración y conservación de la vegetación nativa.

1.1.2 Objetivos particulares

- Evaluar la diversidad alfa y beta del banco de semillas del suelo en un área con pastoreo controlado y en otra con exclusión del ganado.
- Comparar la composición florística y la estructura del banco de semillas entre ambas áreas para identificar posibles efectos del manejo sobre la regeneración vegetal.

1.2 Hipótesis

- Existen diferencias significativas en la composición y abundancia del banco de semillas, así como en la diversidad alfa, entre el área con pastoreo y el área con exclusión del ganado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Banco de semillas

2.1.1 Definición de banco de semillas (superficial y del suelo).

El banco de semillas del suelo es un conjunto de semillas sobre y en el suelo, que implica la existencia actual de las unidades reproductivas (De Souza Maia *et al.*, 2006), es un proceso ecológico de regeneración con semillas viables acumuladas, capaces de reemplazar plantas que desaparecieron por disturbios. La viabilidad de la semilla está en función a la profundidad en que se encuentra en el suelo, además la diversidad y densidad disminuyen (Marañón, 2005). El reservorio corresponde a semillas no germinadas que son capaces de reemplazar a las plantas anuales adultas, ayudando al restablecimiento de especies perdidas las cuales se pueden producirse si las condiciones ambientales son favorables (Shiferaw *et al.*, 2018). La latencia de las semillas les proporciona protección contra condiciones inadecuadas para su germinación (Lennon *et al.*, 2021).

El banco de semillas desempeña una función importante en la regeneración de las comunidades vegetales en zonas perturbadas (Zhang *et al.*, 2017), ayudando a la predicción de la sucesión secundaria (Pérez-Suárez, 2022).

2.1.2 Importancia ecológica del banco de semillas del suelo: regeneración natural, resiliencia, biodiversidad.

La presencia del banco de semillas en el suelo facilita la continuidad y persistencia de las comunidades de plantas anuales, incluso frente a fenómenos como la sequía y otros procesos naturales asociados al cambio climático, esto sugiere que los bancos de semillas constituyen una de las mejores reservas para el restablecimiento y la regeneración de los pastizales (DeMalach *et al.*, 2021).

Los bancos de semillas aumentan la resiliencia de las poblaciones y comunidades de plantas a través del efecto de almacenamiento, las especies inhiben la germinación

inmediata llevando una acumulación de banco de semillas en el suelo (Eskelinen *et al.*, 2023).

Reflejan una historia de la vegetación y determina la composición vegetal futura principalmente después de una perturbación, además contribuyen a la resiliencia de invasión de especies leñosas (Collins *et al.*, 2021), la invasión puede transformar los ecosistemas y su funcionamiento, competir contra especies nativas por recursos a lo que lleva una disminución de diversidad de plantas nativas (Bakacsy *et al.*, 2024).

El manejo del banco de semillas es fundamental para la recuperación de sitios perturbados, permitiendo la conservación de variabilidad genética, a diferencia del rebrote. No obstante, la ausencia de semillas nativas representa una limitante para la recuperación del sitio (Varela, *et al.* 2006). La conservación del germoplasma ayuda a buscar alternativas vegetales que estabilicen tanto la biodiversidad y la economía del pastizal (Jurado *et al.*, 2021).

La descripción de la composición y el tamaño del banco de semillas permite la evaluación del estado en que se encuentra el sitio tras perturbaciones (Bedoya-Patiño, *et al.*, 2010).

2.1.3 Factores que afectan la dinámica del banco de semillas del suelo (clima, suelo, disturbios, etc.).

La composición de las comunidades vegetales está influenciada por diversas variables ambientales como el clima y factores relacionados con el suelo, la precipitación, disponibilidad de nutrientes y materia orgánica forman parte de los impulsores más importantes en la estructura y diversidad florística (Bañares de dios *et al.*, 2022).

La precipitación influye en la emergencia, supervivencia y establecimiento de plántulas particularmente en zonas áridas y semiáridas (Liu, *et al.*, 2023), el arrastre por agua y viento producen una redistribución de semillas incorporándolas a través de las grietas del suelo, el clima condiciona significativamente el momento de la germinación de la semilla, así como el ciclo biológico de la especie (Toledano, 2022). El aumento de la temperatura reduce las tasas de germinación y la viabilidad, mientras que la reducción de la humedad

del suelo compromete la reserva de agua de la semilla para su vida útil (García-Morales, *et al.*, 2021).

Los incendios modelan la composición y el funcionamiento de las comunidades vegetales, favoreciendo el incremento de especies exóticas (Rauber *et al.*, 2022), mientras que los disturbios continuos ocasionados por animales producen cambios en la propagación de semillas, afectando la estructura y composición del banco de semillas (Morici, 2018). La remoción de la cobertura vegetal por el pastoreo participa en la alteración de almacenamiento de semillas, influenciando a la capacidad regenerativa (Caicedo *et al.*, 2018).

2.2 Efectos del pastoreo en ecosistemas

El pastoreo genera cambios en la estructura y en la composición de especies, cuyo impacto ecológico depende de gran medida de la intensidad de la carga animal, cuando existe una presión de selección, acompañado con pisoteo y falta de descansos, las funciones ecológicas se ven amenazadas, sin embargo, también desempeña un papel funcional en la diversidad y resiliencia (Kaufmann *et al.*, 2019).

El efecto del pisoteo afecta la vegetación y el suelo, al romper el encostramiento del suelo superficial, mejora la infiltración de agua y el intercambio gaseoso, la incorporación de semillas y materia orgánica al suelo a través de la presión ejercida por las pezuñas. Otro efecto es la recirculación de nutrientes a través de las heces, acelerando la incorporación de nutrientes al suelo (Ríos, 2023). La disminución de biomasa vegetal ayuda a mitigar incendios (Rouet-Leduc *et al.*, 2021), por otro lado, el pastoreo incontrolado modifica la composición vegetal reduciendo la cantidad de especies (Encina Domínguez *et al.*, 2022). Aunque el pastoreo puede contribuir al aumento de diversidad de especies, también provoca la disminución de especies deseables, lo que favorece el aumento de especies menos apetecibles y más resistentes al pastoreo (Lu, *et al.*, 2017). Es importante resaltar que una presión desequilibrada del pastoreo y un manejo inadecuado de la cobertura vegetal, favorece la proliferación de malezas (Zambonino, *et al.*, 2025). El uso de pastoreo controlado ayuda a fomentar la conservación de la biodiversidad, reduciendo la

competencia de especies dominantes sin comprometer especies poco tolerantes (Loidy *et al.*, 2010)

2.2.1 Impactos del pastoreo continuo sobre el suelo y la vegetación.

El pastoreo continuo, es una práctica ganadera extensiva en donde el animal acceda a un área de pastoreo de manera continua sin periodos de descanso y rotación, ejerciendo una presión significativa al ecosistema, contribuyendo alteraciones en las propiedades del suelo, composición de la biodiversidad y la dinámica del banco de semillas (Ribeiro *et al.*, 2023)

El pastoreo a largo plazo afecta la biodiversidad y la multifuncionalidad del pastizal (Zhang *et al.*, 2023), produce cambios físicos dentro del pastizal de manera negativa, incrementando la degradación del suelo, compactación del suelo y alteración de la composición botánica. La intensidad de la defoliación afecta significativamente la regeneración de la planta, en donde el crecimiento de la biomasa depende de la radiación solar en el área foliar (Borrelli y Oliva, 2001), la reducción de la fotosíntesis disminuye el crecimiento radicular, la respiración y la entrada de nutrientes (Ríos, 2023), los suelos con pastoreo continuo presentan más suelo desnudo y menos mantillo orgánico (Pelligrini *et al.* 2020). Aumentando la temperatura y como consecuencia la evaporación (Karami *et al.*, 2019).

El efecto de pastoreo por ganado es más perjudicial sobre las propiedades del suelo, reduce la porosidad del suelo teniendo como consecuencia pérdida de nutrientes por escorrentía, crecimientos limitados de raíces, además, modifica las propiedades químicas y la estructura microbiana del suelo (Jordon, 2021), la permeabilidad del suelo por la compactación reduce la disponibilidad de agua a las plántulas, además, afectando al banco de semillas en donde las semillas superficiales son enterradas bajo su límite biológico causando complicaciones en la germinación de la semilla (Liu, *et al.*, 2023).

El uso inadecuado de sustancias veterinarias (antibióticos y desparasitantes) afectan las poblaciones de organismos del suelo y son absorbidas por las plantas, afectando su rendimiento (WingChing-Jones, 2008), en un estudio realizado en la sabana mediterránea,

estimo que el pastoreo y el uso de sustancias veterinarias, afecta la estructura del suelo y la calidad del estiércol disminuyendo la abundancia de los escarabajos, especies clave en la dispersión de semillas, descomposición y control de parásitos (Numa *et al.*, 2012).

2.2.2 Cambios en la composición florística y en la capacidad regenerativa.

El uso del suelo es un factor determinante en la regeneración y en la composición sucesional de la vegetación (Martínez-Ramos, *et al.*, 2007). El pastoreo genera un cambio estructural aumentando o disminuyendo la productividad del sitio (Paruelo, *et al.*, 2004). Las alteraciones del ciclo de vida por parte del pastoreo pueden influir en el tamaño y especies del banco de semillas, afectando la sucesión de la comunidad (He, *et al.*, 2023).

El uso racional del pastoreo favorece la recuperación vegetal del sitio, la implementación de un pastoreo rotacional, crea un descanso tras una exclusión temporal permitiendo una recuperación sin tener la presión del ganado, el cual modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Chairez, *et al.*, 2007).

El pastoreo severo facilita la germinación de especies invasoras no deseables que desmejoran la condición del pastizal para su pastoreo (Amuchástegui *et al.*, 2024). Además, la presión que ejerce reduce significativamente la diversidad de especies, disminuye la cobertura vegetal y provoca la erosión del suelo (Karatassiou, *et al.*, 2022). La incorporación de animales limita el establecimiento de plántulas (Vidaller, *et al.*, 2019). El consumo de la inflorescencia de todas las especies deseables por parte de los animales, disminuye la capacidad de viabilidad, con el pisoteo crean una comunidad de especies tolerantes a estos disturbios (Bhat, 2021). Al exceder los límites de resiliencia, se alteran los procesos ecológicos esenciales, reduciendo la capacidad de recuperarse (Distel, 2013).

2.2.3 Efecto sobre la dispersión, germinación y establecimiento de plántulas.

El proceso de dispersión por animales se le conoce como zoocoria, siendo de dos diferentes maneras; epizocoria, donde la semilla se adhiere al exterior del animal y endozocoria, que dispersa la semilla a través del consumo (Revilla, & Encinas-Viso, 2015).

El ganado actúa como un agente de perturbación ecológica a través del ramoneo, modificando la competencia entre plantas y la abundancia de especies (García *et al.*, 2022), contribuye a la dispersión de semillas, teniendo una mayor diversidad de especies incrementando la resiliencia de las comunidades vegetales (Kapás *et al.*, 2020). El ramoneo de plantas de porte alto, permite la entrada de luz para las plantas de altura baja (Sigcha, *et al.*, 2016), promoviendo el incremento de nuevos tallos, sin embargo, si la intensidad de cortes por el pastoreo es intensiva, elimina nutrientes esenciales para la planta, disminuyendo la producción de nuevos brotes (Lizarazo-Ortega, *et al.*, 2024).

Un pastoreo mixto con cargas de animales controladas promueve a preservar la diversidad de especies vegetales y el valor ecológico de los pastizales (Múgica *et al.*, 2021). Las diferencias en la conducta animal entre especies generan una complementariedad al pastorear, ligada a la disponibilidad de los componentes vegetales (Osoro, *et al.*, 2000).

Un pastoreo continuo promueve el reemplazo de especies nativas a especies exóticas junto con la disminución de cobertura vegetal, la recuperación del suelo va depender de la disponibilidad de semillas dentro del suelo, el efecto del pastoreo sobre esto se debe a que las plantas consumidas producen menos semillas, reduciendo la colonización de plántulas (Vebbhio, *et al.*, 2022). El pastoreo representa un limitante en el crecimiento y capacidad reproductiva de plantas deseables dentro del sitio (Baraza, *et al.*, 2012), como consecuencia de la intensificación de las actividades, el banco de semillas disminuye enfrentando alteraciones que desvían o detienen la regeneración natural de las especies. (Ramos *et al.*, 2007).

2.3 Áreas de exclusión del pastoreo

2.3.1 Justificación ecológica de las áreas excluidas del ganado.

La exclusión de ganado constituye una estrategia para la regeneración de pastizales degradados, ya que favorece el desarrollo de la vegetación en el crecimiento de nuevas plantas y diversidad de especies (Wang, *et al.*, 2019), promueve la acumulación de hojarasca el cual permite un incremento de número de semillas que posteriormente se podrían regenerar a partir del banco de semillas (Márquez *et al.*, 2002), permitiendo el reclutamiento de plántulas (Narvaez-Ortiz, *et al.*, 2021).

El uso de cercos restringe el acceso de animales generando alteraciones en los componentes vegetales, (McInturff, *et al.*, 2020), favoreciendo la conservación de especies naturales presentes de la zona y mejorando el aprovechamiento de recursos (Pirondo, *et al.*, 2022), así mismo, aumenta la cubierta vegetal, previniendo la desertificación y sedimentación, permite la reaparición de especies en peligro y aumenta la productividad del pastizal (Djamel, *et al.*, 2022). La exclusión por medio de cercado puede revertir la degradación de la vegetación y restaurar el crecimiento a corto plazo, sin embargo, después de unos años ya no hay un crecimiento de biomasa (Sun *et al.*, 2020; Karami *et al.*, 2019). El método de cercado tiene como propósito regenerar naturalmente el sitio, contribuyendo a la conservación de agua y suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas, con el objetivo de aumentar la diversidad y riqueza de especies de valor ecológico (Bakhshi, *et al.*, 2020), reduciendo los disturbios, garantizando la resiliencia que es un factor de regeneración de diversidad biológica (Pablo, 2010).

2.3.2 Evidencias de recuperación vegetal y del banco de semillas tras la exclusión.

Hretche y Rodríguez (2006) evaluaron el banco de semillas en un pastizal en el establecimiento ganadero "El Relincho", ubicado próximo a la localidad de Ecilda Paullier, departamento de San José, Uruguay. Compararon el banco de semillas bajo dos diferentes condiciones de manejo: pastoreo continuo y exclusión de ganado por 9 años, en donde, se clasificaron por grupos funcionales. En el área pastoreada obtuvo un mayor predominio de especies dicotiledóneas y escasas de gramíneas, mientras que en la exclusión se mantuvo equilibrada. La similitud de la vegetación establecida y el banco de semillas, fue baja en el área pastoreada y relativamente alta en el clausurado, en conclusión, el manejo influye en la composición del banco de semillas y en su vegetación.

Cepeda, *et al.* (2024), realizaron una investigación de exclusión de guanacos en los pastizales de La Patagonia, Argentina, se observó que las parcelas excluidas mostraron mayor densidad de cobertura y tamaño individual de plántulas, a diferencia en áreas pastoreadas que tuvieron un incremento de especies leñosas, dado a la selectividad de alimento sobre las plantas, los animales prefieren pastos cortos que son más deseables a

arbustos que son más leñosas, provocando cambios en la composición y disminución de parches exponiendo al suelo.

2.3.3 Comparaciones de largo plazo en sistemas con y sin pastoreo.

P. Garcillan y Silva Bejarano (2024), estudiaron los efectos de exclusión de ganado en el reclutamiento del cardón (*Pachycereus pringlei*, Cactaceae) y su relación con dos especies de leguminosas leñosas en el sur de la península de Baja California, México. Compararon el reclutamiento entre dos sitios con y sin ganado (exclusión de 27 años), donde el sitio con pastoreo mostro menor densidad del cardón mientras que el sitio de exclusión mostro densidades agrupadas, sin embargo, ambos sitios no mostraron diferencias significativas en la distribución del cardón. Si se mostró una relación positiva con las especies de leguminosas en el sitio con ganado y ausente en sitios de exclusión.

Al-Rowaily *et al.* (2015), estudiaron los efectos del pastoreo abierto y exclusión en los pastizales de Arabia Saudita. Los objetivos del estudio fueron los cambios de la composición florística y abundancias de especies tras 35 años, se observó que la exclusión favoreció la cobertura vegetal, densidad y riqueza de especies, al contrario del área con pastoreo, sugiriendo que la exclusión del ganado es de gran utilidad en la regeneración del pastizal.

2.4 Diversidad alfa y beta en comunidades vegetales

2.4.1 Concepto y diferencias entre diversidad alfa y beta.

La biodiversidad sirve como indicador de salud de ecosistemas naturales, tomando en cuenta la diversidad de componentes que lo conforman (Carmona-Galindo *et al.*, 2013), se puede analizar a diferentes escalas, siendo Alfa y Beta diversidad, para evaluar la estructura y composición de las comunidades (Rodríguez *et al.*, 2003).

Alfa-diversidad es la biodiversidad propia de cada comunidad vegetal, mide cuantas especies hay y como están distribuidas, mientras que Beta-diversidad es la tasa de cambio

en especies de dos comunidades, refleja la composición de las dos comunidades (Cano-Ortiz *et al.*, 2021)

La diversidad alfa hace énfasis al número de especies, asociada con factores locales e interacciones entre las poblaciones, la diversidad beta está ligada a factores como la distancia; el espacio (entre dos comunidades) y el tiempo (mismo lugar, pero en diferentes tiempos) entre los muestreos y también la heterogeneidad ambiental (Halffter *et al.*, 2005).

2.4.2 Aplicación de estos índices en estudios de bancos de semillas.

El conocimiento de la variedad y cantidad de especies permite la comprensión del funcionamiento de un ecosistema (Campo *et al.*, 2014). La aplicación de métodos de medición de la diversidad ayuda en la comprensión de los cambios de las comunidades a través de las actividades humanas y generar estrategias de protección (Moreno, 2000). La utilidad de estos índices radica en que permiten caracterizar la variación en la estructura y variedad de los paisajes, resultando herramientas valiosas para evaluar su sostenibilidad (Paruelo, *et al.*, 2002). Diversos índices permiten cuantificar estos aspectos y comparar comunidades bajo distintas condiciones ambientales o de manejo.

Índice de Simpson

Toma en cuenta la dominancia de especies dentro de una muestra.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Shannon-Wiener

Su base es el concepto de equidad, expresa la uniformidad de todas las especies de la muestra. Se calcula mediante la ecuación:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Índice de Margalef

Es una medida de riqueza específica que relaciona el número de especies con el tamaño de la muestra.

$$D_{Mg} = \frac{s-1}{\ln N}$$

Donde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos

Índice de Menhinick

Es un índice alternativo para estimar la riqueza, ajusta el número de especies según el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Índice de Cody

Mide el recambio o reemplazo de especies entre comunidades, siendo un estimador de la diversidad beta. Se calcula como:

$$\beta = \frac{g(H) + p(H)}{2}$$

Donde:

g(H) = número de especies ganadas a través de un gradiente de comunidades.

p(H) = número de especies perdidas a través del mismo gradiente.

2.4.3 Relevancia en estudios de manejo y conservación de la biodiversidad.

La reducción de población y de número de especies influye de manera negativa en el funcionamiento de los ecosistemas, de tal forma que es importante la conservación de la diversidad de especies al igual que la diversidad genética (Kerri *et al.*, 2012).

Los estudios de los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad de especies busca proporcionar bases para la toma de decisiones sobre el manejo y conservación de la biodiversidad, de manera de como sugerir como priorizar los recursos disponibles (Moreno, *et al.*, 2011).

La diversidad beta permite cuantificar la pérdida de especies, identificar la asignación de áreas prioritarias para su conservación y detectar posibles procesos de invasión biológica, facilitando el diseño de estrategias ajustadas a la biogeografía de la región, las especies objetivo, disponibilidad de territorio y los recursos de gestión (Socular *et al.*, 2016). Sin embargo, el uso de índices de diversidad de diferentes escalas permite obtener una visión más completa, evitando que los estudios resulten limitados (Gran, 2022).

Ruiz-González *et al.* (2022), analizaron la composición florística y los cambios de sucesión vegetal a causa de diferentes disturbios en un bosque del sur de Oaxaca, utilizando los índices alfa (Shannon, Simpson y Pielou) y beta (Jaccard), en donde se mostró que la riqueza disminuyó en disturbios ocasionados por el fuego, sin embargo, permitió que la vegetación se estableciera en menor tiempo, mientras que el libre pastoreo no mostro diferencias significativas en su composició

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en una zona de transición entre el desierto y la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, en las coordenadas ($25^{\circ}13'57.48''$ – $25^{\circ}14'57.25''$ N y $100^{\circ}56'44.62''$ – $101^{\circ}01'5.17''$ W). Esta área forma parte de la Reserva Natural Estatal Sierra de Zapalinamé.

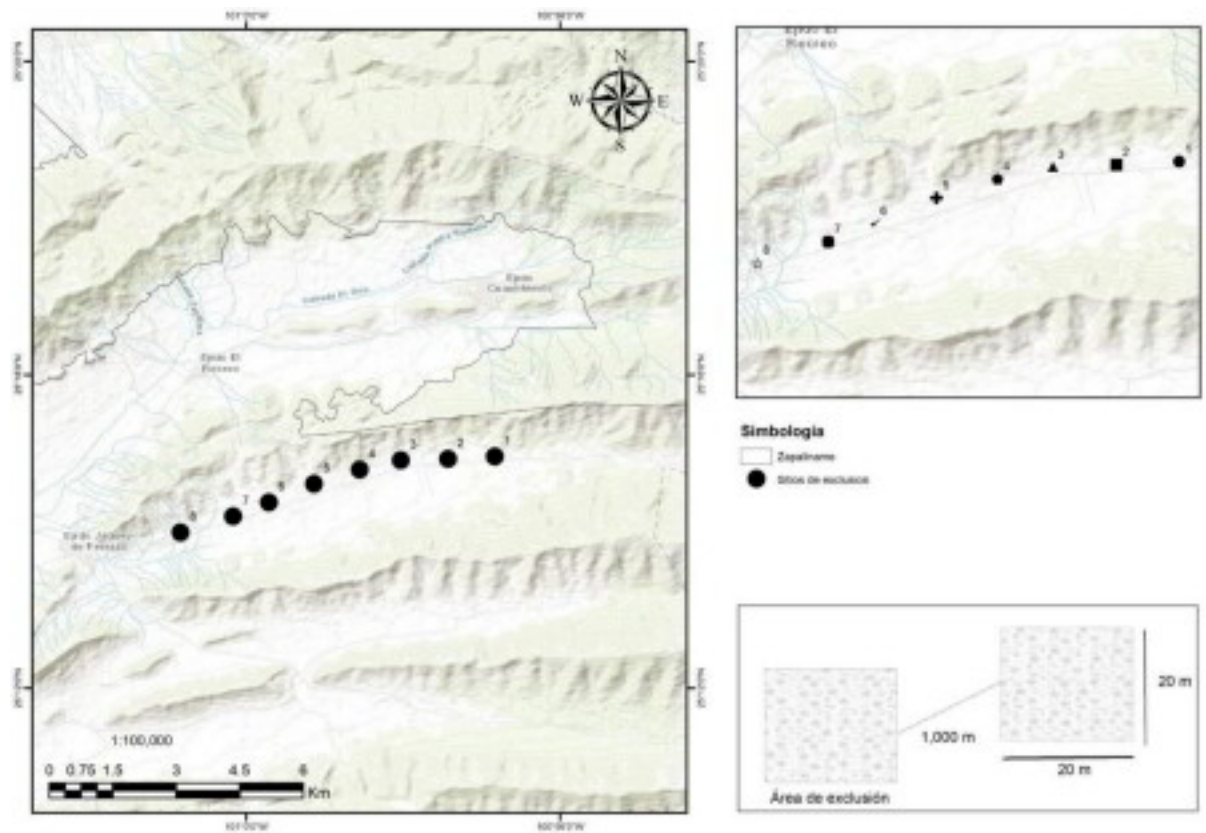


Figura 1. Sierra Zapalinamé y dimensiones de las áreas de exclusión.

3.2 Recolección de muestras en campo

Se establecieron ocho pares de parcelas cuadradas de 20×20 cm, cada par con una separación de 50 cm entre sí. En cada par, una parcela se destinó al tratamiento de control y la otra se utilizó como exclusión de herbívoros.

1. Pastoreo continuo (control) y
2. Exclusión total del pastoreo.

Posteriormente, se recolectó una muestra de suelo por parcela, la cual fue trasladada al Departamento de Recursos Renovables Naturales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para su análisis.

En la zona control, el pastizal es utilizado para el pastoreo de ganado bovino y equino, lo que ha influido en la estructura y composición de la vegetación. En contraste, el área excluida del pastoreo corresponde a un sitio delimitado para impedir el acceso del ganado y evitar el consumo de los forrajes (Figura 2)



Figura 2. Aspecto del Área de exclusión donde se observa el cerco de alambre para evitar ingreso de ganado.

3.3 Germinación

Las muestras de suelo recolectadas se colocaron en charolas de germinación con orificios en la parte inferior, para evitar encharcamientos que pudieran afectar el desarrollo de las plántulas. Cada charola fue etiquetada con su número de identificación y la zona de procedencia (pastoreada o excluida) y posteriormente distribuida aleatoriamente dentro del invernadero del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Para prevenir contaminación cruzada con otros experimentos, las charolas fueron cubiertas con plástico transparente hasta el inicio de la emergencia de plántulas. A partir de ese momento, las muestras se regaron diariamente de manera uniforme, asegurando condiciones constantes de humedad.

La fecha de siembra fue 26 de Mayo del 2022 y se terminó de evaluar el proceso de germinación el día 11 de Agosto del 2022.

El monitoreo de la emergencia se llevó a cabo cada semana, durante un periodo de tres meses. Una vez ocurrida la germinación, se realizaron conteos por charola y por cuadrantes, con el fin de minimizar errores de registro. Las plántulas emergidas fueron identificadas visual y se colectaron y se secaron para su identificación taxonómicamente y su registro en una hoja de Excell para su análisis posterior.

3.4 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando el programa Paleontological Statistics (PAST) versión 5.3 (Hammer, *et al.*, 2001), que se descargó de <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/> considerando los índices de diversidad alfa y diversidad beta. La diversidad alfa incluye métricas relacionadas con la riqueza y abundancia de especies dentro de una comunidad, mientras que la diversidad beta evalúa el grado de reemplazo de especies o los cambios en la composición a lo largo

de gradientes ambientales. Estos índices permiten comparar la variación en la composición de especies tanto dentro como entre las áreas de estudio (Moreno, 2000).

En particular, para la diversidad alfa se emplearon los índices de Shannon y Pielou, ampliamente utilizados para evaluar la equidad y su relación con la riqueza de especies, así como para describir la heterogeneidad local. Para la diversidad beta, se aplicaron métricas de disimilitud florística con el fin de comparar los cambios en la composición de especies entre la zona con pastoreo y el área excluida del pastoreo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Riqueza de especies presentes en el banco de semilla de áreas con pastoreo y exclusiones

Las plántulas iniciaron su emergencia en la primera semana al establecimiento del experimento. Las plántulas que germinaron y se identificaron fueron *Sida abutifolia*, *Bouteloua dactyloides*, *Asphodelus fistulosus*, *Euphorbia exstipulata*, *Bouteloua gracilis*, *Disakisperma dubium*, *Euphorbia serrula*, *Thamnosma texana* y *Solanum elaeagnifolium* (Cuadro 1).

De las plántulas germinadas del área de exclusión fueron 62 individuos los cuales se fueron sumando cada semana, hasta en la última semana de conteo, mientras que en las áreas de pastoreo fueron 44. Por lo tanto, en la zona excluida del pastoreo emergieron 18 plántulas más que en la zona pastoreada. Además, algunos tratamientos no presentaron semillas germinadas, dos de ellas del área de pastoreo (C5 y C7) y una de exclusión (E5), lo que sugiere mayor capacidad de establecimiento cuando no hay disturbio por herbívora o pisoteo.

Cuadro 1. Plántulas identificadas por especie a partir de suelo proveniente de áreas con pastoreo y de áreas de exclusión.

Familia	Especie	Suelo del área de Pastoreo	Suelo del área de Exclusión	Nativa o exótica	Categoría

		Numero individuos	Numero individuos		
<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus fistulosus</i>	4	5	Exótica.	Invasora (potencial)
<i>Poaceae</i>	<i>Bouteloua dactyloides</i>	9	11	Nativa	Zacate nativo
	<i>Bouteloua gracilis</i>	3	21	Nativa	Zacate clave en zacatales áridos
	<i>Disakisperma dubium</i>	4	6	Nativa	Especie de buen valor forrajero
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia exstipulata</i>	7	2	Nativa	Adaptada a suelos secos
	<i>Euphorbia serrula</i>	1	0	Nativa	Tolerante a sequía
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida abutifolia</i>	12	15	Nativa	Hierba medicinal
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	1	Nativa	Maleza nociva (en algunas regiones)
<i>Rutaceae</i>	<i>Thamnosma texana</i>	4	1	Nativa	Hierba

Las especies encontradas en el banco de semillas, algunas son de importancia forrajera para el ganado como *Bouteloua dactyloides*, *Bouteloua gracilis* y *Disakisperma dubium*, mientras que otras son indicadoras de degradación como *Sida abutifolia* (se puede utilizar como forraje, pero su valor nutrimental es muy bajo y puede ser invasora en potreros sobre pastoreados), *Thamnosma texana*, *Euphorbia extipulata* y *E. serrula*, y por último especies que son invasoras *Asphodelus fistulosus* y *Solanum elaeagnifolium*, altamente tóxicas para el ganado. Siendo uno de los efectos del pastoreo, coincidiendo con Gioria, *et al.*, 2023. Las perturbaciones crean cambios en los recursos y desplazamiento de

especies nativas, promoviendo el establecimiento y expansión de especies invasoras generando una competitividad por los recursos.

De acuerdo con la evaluación de las especies que incrementan el número de plántulas en las áreas de exclusión, derivado del banco de semillas presente en el suelo, destaca *Bouteloua gracilis*. En el suelo de las zonas con pastoreo se registraron 3 individuos, mientras que suelos del área de exclusión se contabilizaron 21. Esto sugiere una recuperación del pastizal cuando se elimina la presión del ganado. Por lo tanto, la exclusión del pastoreo en las zonas evaluadas es una acción que permite la restauración del pastizal. También es notable la presencia del trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) en el suelo de exclusión lo que sugiere monitorear la sucesión vegetal para evitar malezas nocivas.

En el suelo de la zona pastoreada muestra dominancia de especies oportunistas o adaptadas al disturbio como *Euphorbia exstipulata* que están presentes en el suelo y que emergen con las condiciones de humedad en el suelo. El estudio de Juanes-Márquez *et al.* (2023) coincide en que las semillas de especies comunes como *Euphorbia exstipulata*, *Disakisperma dubium* y *Asphodelus fistulosus* germinan y producen plántulas, las cuales suelen considerarse arvenses. Estas especies también se encuentran presentes en el banco de semillas del suelo en ambas áreas de estudio, lo que confirma su alta capacidad de persistencia y regeneración bajo distintas condiciones de manejo. En el conjunto de especies registradas se identifican 6 familias botánicas, con una clara dominancia de Poaceae con tres especies y Euphorbiaceae con dos especies lo que representa el 55.5% de la representación en el número total de especies (Cuadro 2).

Donde la representación (%) nos indica proporción de especies que aporta cada familia botánica respecto al total de especies registradas obtenida como $\text{Representación (\%)} = (\text{Número de especies de una familia} / \text{Número total de especies}) \times 100$,

Cuadro 2. Familias y número de especies y su representación

Familia	Número de Representación		Interpretación ecológica
	especies	(%)	
Poaceae	3	33.3 %	Dominancia de gramíneas, típicas de áreas abiertas y con disturbio; alta capacidad de regeneración vía banco de semillas.
Euphorbiaceae	2	22.2 %	Asociadas a ambientes perturbados; varias especies son pioneras y resistentes a sequía.
Asphodelaceae	1	11.1 %	Presencia de especies exóticas oportunistas.
Malvaceae	1	11.1 %	Indicadoras de disturbio moderado y suelos compactados.
Solanaceae	1	11.1 %	Frecuente en áreas degradadas y sobrepastoreadas.
Rutaceae	1	11.1 %	Menor representación; asociada a vegetación más conservada o transicional.

De forma general se identificó que predomina un banco de semillas funcionalmente adaptado al disturbio, aunado a que la presencia de especies exóticas y arvenses sugiere la necesidad de estrategias de manejo y exclusión temporal del ganado para favorecer especies nativas deseables.

4.2 Índices de diversidad y riqueza de especies en el banco de semilla

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3 que la exclusión de pastoreo influyo en la estructura de la comunidad de especies dentro del banco de semillas. De manera general, ambos sitios presentaron la misma riqueza observada de especies en el banco de semillas del suelo; sin embargo, el área con exclusión del ganado registró un mayor número de individuos, lo que indica una mayor acumulación de semillas. En contraste, el área con pastoreo mostró valores más altos de diversidad y equidad, reflejando una

distribución más homogénea de las especies y menor dominancia. Por su parte, los estimadores de riqueza sugieren la posible presencia de especies raras en el área de exclusión. En conjunto, los resultados indican que el pastoreo controlado favorece una mayor diversidad estructural del banco de semillas, mientras que la exclusión del ganado incrementa la abundancia y la dominancia de algunas especies.

Cuadro 3. Estimación de los Índices de diversidad alfa

Índices de diversidad y riqueza	Suelo del área de Pastoreo	Suelo del área de Exclusión
Taxa_S	8	8
<i>Riqueza de especies (Número total de taxa)</i>		
Individuos	44	62
<i>Número total de individuos</i>		
Dominancia	0.1522	0.2094
<i>Índice de dominancia de Simpson (D)</i>		
Simpson_1-D	0.8478	0.7906
<i>Índice de diversidad de Simpson (1 – D)</i>		
Shannon_H	1.974	1.746
<i>Índice de diversidad de Shannon–Wiener (H')</i>		
Evenness_e^H/S	0.9	0.7166
<i>Equidad basada en Shannon: e^H / S</i>		
Brillouin	1.652	1.517
<i>Índice de diversidad de Brillouin</i>		
Menhinick	1.206	1.016
<i>Índice de riqueza de Menhinick</i>		
Margalef	1.85	1.696
<i>Índice de riqueza de Margalef</i>		
Equitability_J	0.9111	0.8126
<i>Equidad de Pielou (J)</i>		
Fisher_alpha	2.861	2.445
<i>Alfa de Fisher</i>		

Berger-Parker	0.2727	0.3387
<i>Índice de dominancia de Berger-Parker</i>		
Chao-1	8	8.492
<i>Estimador de riqueza Chao 1</i>		
iChao-1	8.078	9.968
<i>Estimador mejorado de riqueza: iChao 1</i>		
ACE	8.367	9.758
<i>Abundance Coverage Estimator (ACE)</i>		
Squares	8.172	8.892
<i>Número de cuadrantes o unidades de muestreo</i>		

La Figura 3 muestra la comparación de número de individuos por especie entre los dos sitios estudiados (pastoreo controlado y exclusión). Se observa que algunas especies presentan una mayor abundancia en los sitios de exclusión, lo que sugiere que la exclusión generó un efecto positivo en el establecimiento en especial en las especies deseables como *Bouteloua gracilis*.

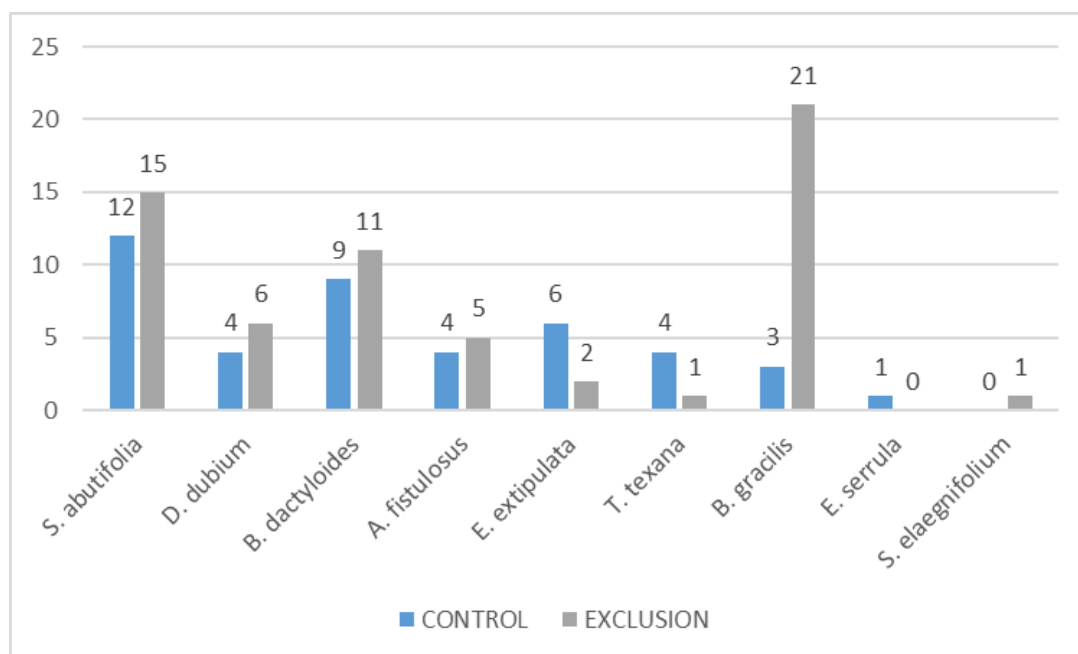


Figura 3. Número de plántulas por área de control y área de exclusión.

Por otro lado, las especies como *Sida abutifolia*, *Asphodelus fistulosus*, *Bouteloua dactyloides* y *Disakisperma dubium* presentan valores similares sugiriendo que son especies tolerantes al disturbio. Asimismo, algunas especies presentan baja abundancia como *Euphorbia serrula* y *Solanum Elaeagnifolium*.

Sin embargo, algunas especies como *Euphorbia extipulata* y *Thamnosma texana* fueron ligeramente mayores en las áreas de pastoreo controlado viéndose beneficiadas por el disturbio.

4.2.1 Análisis de Riqueza de Especies (Taxa_S).

El análisis de los índices de diversidad y riqueza del banco de semillas del suelo mostró diferencias en la estructura y distribución de las especies entre el área con pastoreo y el área con exclusión del ganado, aunque ambas presentaron la misma riqueza observada de especies (Taxa_S = 8).

Sin embargo, cada una contaba con una especie diferente, en el área de exclusión se encontró *Solanum elaeagnifolium* y en el área de control *Euphorbia serrula*, aunque su presencia fue baja en cada sitio (un individuo en cada área).

4.2.2 Abundancia Total.

El número total de individuos fue mayor en el área de exclusión (62) en comparación con el área de pastoreo (44), lo que sugiere una mayor acumulación de semillas bajo condiciones de ausencia de disturbio directo por herbivoría.

Lo que indica que el pastoreo limita la presencia de semillas y individuos, en especies deseables como la presencia de *Bouteloua gracilis*. La alta selectividad de plantas por el ganado reduce la productividad provocando la muerte de la planta y aumentando la invasión de arvenses (Prigge, *et al.*, 2025). La disminución del estrés ocasionado por pisoteo y el ramoneo por parte del pastoreo, facilita el establecimiento y germinación de plántulas. Esto coincide con otros estudios realizados, donde la exclusión favorece al mantenimiento de diversidad de especies desencadenando cambios estructurales, mientras

que las cargas de animales disminuyen la abundancia de especies (Yáñez-Chávez *et al.*, 2022).

4.2.3 Dominancia (Dominance_D).

Se presentaron valores bajos de dominancia (<0.15), Pastoreo (C) y (0.20) Exclusión (E), lo que indica que hay ausencia de especies dominantes y que hay una distribución equitativa. La exclusión muestra una ligera dominancia mayor, indicando que una o pocas especies concentran una mayor proporción de individuos.

4.2.4 Diversidad de Simpson (1-D).

Donde Pastoreo (C): 0.8478 y Exclusión (E): 0.7906, ambos valores son altos (cerca de 1), lo que indica una comunidad diversa donde ninguna especie domina significativamente. Aunque el área de control tiene menos individuos, la distribución de especies es más uniforme, sugiere que el pastoreo no reduce la diversidad efectiva de especies y posiblemente existe un balance ecológico en ambas condiciones, donde las especies se distribuyen de manera similar en términos de dominancia. El pastoreo promueve la coexistencia de especies dependiendo de la capacidad de la zona a cierta carga animal permitiendo el equilibrio de competencia entre especies (Pulungan *et al.*, 2019).

4.2.5 Índice de Shannon (H).

Los valores son moderadamente altos (en una escala donde >2 es muy diverso y <1 es poco diverso), por lo tanto, Pastoreo (C): 1.69 y Exclusión (E): 1.79, lo que indica que el pastoreo no favorece ni perjudica significativamente la heterogeneidad de especies.

Índices de Riqueza Ajustada (Menhinick y Margalef). De acuerdo con Margalef confirma mayor riqueza en exclusión mientras que Menhinick similar sugiere que la relación especies/individuos se mantiene.

De forma general, la exclusión del pastoreo favorece un incremento en la riqueza de especies y la abundancia total. Sin embargo, los índices de diversidad (Simpson, Shannon) no mostraron diferencias significativas entre las áreas evaluadas, lo que sugiere que el pastoreo controlado no afecta la composición de la comunidad. Coincide con estudios previos en donde la exclusión de ganado favoreció la expansión de gramíneas, pero en las

áreas de pastoreo controlado no mostraron diferencias en la riqueza de especies y en la uniformidad (Arévalo *et al.*, 2022).

De forma general los resultados nos indican que los índices de equidad reforzaron esta tendencia. Tanto la equidad basada en Shannon (e^H/S) como la equidad de Pielou (J) mostraron valores superiores en el área de pastoreo (0.9 y 0.9111, respectivamente), en comparación con el área de exclusión (0.7166 y 0.8126), lo que indica una mayor uniformidad en la abundancia relativa de las especies presentes en el banco de semillas bajo pastoreo.

Por otro lado, los índices de riqueza específicos, como Menhinick, Margalef y el alfa de Fisher, fueron consistentemente mayores en el área de pastoreo, lo que sugiere una mayor diversidad relativa en función del número de individuos registrados. En contraste, el índice de dominancia de Berger–Parker fue más elevado en el área de exclusión (0.3387), evidenciando la mayor influencia de una o pocas especies dominantes en ausencia de pastoreo.

Finalmente, los estimadores de riqueza no paramétricos (Chao 1, iChao 1 y ACE) indicaron valores ligeramente superiores en el área de exclusión, lo que sugiere la posible presencia de especies raras o no detectadas en el muestreo, especialmente bajo condiciones de exclusión del ganado.

En conjunto, estos resultados indican que, aunque la riqueza observada de especies fue similar entre ambas áreas, el pastoreo controlado parece favorecer una mayor equidad y diversidad del banco de semillas del suelo, mientras que la exclusión del ganado promueve una mayor acumulación de individuos y una mayor dominancia de ciertas especies, con implicaciones importantes para los procesos de regeneración vegetal y manejo de los pastizales.

4.3 Diversidad beta

La diversidad beta es un componente clave en los estudios de biodiversidad porque permite comparar cómo cambia la composición de especies entre diferentes sitios, hábitats

o condiciones de manejo. Esto nos indica qué tan diferentes o similares son las dos condiciones de manejo de áreas de pastoreo y de exclusión.

En términos generales, los valores obtenidos para los índices de diversidad beta indican que no existe una alta diferenciación en la composición de especies entre las áreas evaluadas (áreas de pastoreo y de exclusión).

La mayoría de los índices presenta valores muy bajos (Whittaker, Harrison, Routledge, Wilson-Shmida, Mourelle, Harrison 2 y Williams), como se muestra en el Cuadro 3, lo que sugiere que las especies están bien distribuidas y que la variación entre sitios es mínima. El único índice relativamente mayor es Cody (1), el cual señala cierto grado de recambio de especies, sin embargo, este valor por sí solo no es suficiente para considerar que existe una diversidad beta elevada.

En conjunto, los resultados muestran que la composición de especies es homogénea entre las áreas comparadas, lo que coincide con la interpretación general de una baja diversidad beta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Índices de diversidad beta

Whittaker:	0.125
Harrison:	0.125
Cody:	1
Routledge:	0.037629
Wilson-Shmida:	0.125
Mourelle:	0.125
Harrison 2:	0.125
Williams:	0.11111

La baja diversidad beta observada entre las áreas de pastoreo y exclusión refleja una similitud en la composición vegetal, dominada por especies nativas como *B. gracilis*, *B. dactyloides* y *Disakisperma dubium*, junto con especies invasoras como *Asphodelus fistulosus* y *Solanum elaeagnifolium*, esta similitud indica una homogeneización en que las condiciones del sitio promueven la permanencia de especies tolerantes a disturbios,

disminuyendo la diversidad de especies (Olden *et al.*, 2006). Sin embargo, la presencia de especies nativas indica cierta resistencia a los disturbios, manteniendo la funcionalidad ecológica del sitio. La existencia de varias especies tolerantes contribuye a la estabilidad del sitio, compensando la disminución de especies poco tolerantes (Tracy *et al.*, 2018).

En general, la diversidad beta es baja; por lo tanto, el banco de semillas del suelo en las áreas de pastoreo y de exclusión no muestra diferencias marcadas en su composición.

La diversidad beta expresa el grado de cambio o recambio de especies entre sitios y permite evaluar las diferencias en la composición del banco de semillas entre el área con pastoreo y el área con exclusión. Dado que la riqueza observada fue similar en ambos sitios, la diversidad beta estaría determinada principalmente por las variaciones en la abundancia relativa de las especies y no tanto por el reemplazo de taxa. Esto sugiere que el manejo del pastoreo influye más en la estructura y dominancia del banco de semillas que en la presencia o ausencia de especies, lo cual tiene implicaciones directas en los procesos de regeneración vegetal y en el manejo sostenible de los pastizales.

5. CONCLUSIONES

El estudio permitió la comprensión de como el manejo del pastoreo y la exclusión influyo en la composición del banco de semillas del suelo.

El banco de semillas en las dos áreas de exclusión y control presentaron diferencias en su composición de especies, en el área con exclusión de pastoreo presenta con más diversidad y abundancia, sin embargo, el área de control no hubo una alteración negativa demostrando un balance en la composición. Además, se mostró un moderado intercambio de especies entre las dos áreas, sugiriendo una distribución equilibrada de especies. Sin embargo, las especies encontradas no todas son de importancia forrajera, hay presencia de especies indicadoras de sobrepastoreo y representan una amenaza de invasión. Esto sugiere, que el pastoreo si influye en la calidad del recurso vegetal disponible.

De forma general el pastoreo afecta principalmente la estructura y dominancia del banco de semillas, más que la composición de especies, con implicaciones directas para la regeneración vegetal y el manejo sostenible de los pastizales.

Los resultados resaltan la importancia de regular la intensidad de pastoreo como herramienta de manejo sustentable y la utilidad que tiene la exclusión para la regeneración del sitio de manera natural. Entender la dinámica de animal-planta resulta fundamental para la creación de estrategias para su conservación y sostenibilidad del sitio.

6. RECOMENDACIONES

Es importante implementar sistemas de pastoreo que no afecten la diversidad de especies, dado que un mal uso puede afectar la regeneración de especies de plantas y así perder especies de valor ecológico y de importancia forrajera en un sitio. El ajuste de carga animal a la capacidad, puede garantizar la regeneración vegetal de la zona y evitar pérdidas de especies de importancia ecológica.

7. LITERATURA CITADA

- Al-Rowaily, S. L., El-Bana, M. I., Al-Bakre, D. A., Assaeed, A. M., Hegazy, A. K., & Ali, M. B. (2015). Effects of open grazing and livestock exclusion on floristic composition and diversity in natural ecosystem of Western Saudi Arabia. *Saudi journal of biological sciences*, 22(4), 430-437.
- Amuchástegui, M. A., Nuñez, C. O., Cantero, J. J., Mulko, J. A., & Foresto, E. (2024). Evaluación del efecto de las diferentes intensidades de pastoreo sobre el banco de semillas del suelo, en dos comunidades vegetales de pastizales serranos del centro de Argentina. *Ab intus FAV-UNRC*, 7(14).
- Arévalo, J. R., González-Montelongo, C., Encina-Domínguez, J. A., García, E., & Mellado, M. (2022). Changes in richness and species composition after five years of grazing exclusion in an endemic pasture of northern Mexico. *Land*, 11(11), 1962.
- Bakacsy, L., & Szepesi, Á. (2024). A case study on the early stage of *Pinus nigra* invasion and its impact on species composition and pattern in Pannonic sand grassland. *Scientific Reports*, 14(1), 5125.
- Bakhshi, J., Javadi, S. A., Tavili, A., & Arzani, H. (2020). Study on the effects of different levels of grazing and exclosure on vegetation and soil properties in semi-arid rangelands of Iran. *Acta Ecologica Sinica*, 40(6), 425-431.
- Bañares-de-Dios, G., Macía, M. J., de Carvalho, G. M., Arellano, G., & Cayuela, L. (2022). Soil and climate drive floristic composition in tropical forests: A literature review. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 866905.
- Baraza, E., & Valiente-Banuet, A. (2012). Efecto de la exclusión de ganado en dos especies palatables del matorral xerófilo del Valle de Tehuacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(4), 1145-1151.
- Bedoya-Patiño, J. G., Estévez-Varón, J. V., & Castaño-Villa, G. J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14(2), 77-91.
- Bhat, M. A. (2021). *Impact of Grazing on Productivity of Grasslands of Kashmir Himalaya*. Helal A. Lone.
- Borrelli, P., & Oliva, G. (2001). Efectos de los animales sobre los pastizales. *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia austral. Tecnología de Manejo Extensivo*, 99-128.

- Caicedo, R. I. V., Guarín, K. J. D., & Perdomo, Y. R. (2018). Composición y diversidad del banco de semillas en áreas urbanas fragmentadas de piedemonte, Villavicencio, Colombia. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 86-96.
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina).
- Cano-Ortiz, A., Fuentes, J. C. P., & Carmona, E. C. (2021). Propuestas para el aprendizaje de la diversidad vegetal. *CIVINEDU* 2021, 325.
- Carmona-Galindo, V. D., & Carmona, T. V. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*.
- Cepeda, C., Oliva, G., & Ferrante, D. (s.f.). La exclusión experimental del pastoreo de guanacos aumenta la cobertura, la diversidad, la función del suelo y el reclutamiento de plantas en Patagonia.
- Chabuz, W., Kulik, M., Sawicka-Zugaj, W., Żółkiewski, P., Warda, M., Pluta, M., ... & Zdulski, J. (2019). Impact of the type of use of permanent grasslands areas in mountainous regions on the floristic diversity of habitats and animal welfare. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00629.
- Cháirez, F. G. E., Pérez, A. S., & Valenzuela, R. B. (2007). Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido zacatecano: II. Cambios en el suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 45(2), 177-a.
- De Souza Maia, M., Maia, F. C., & Pérez, M. A. (2006). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*, 23(1), 33-44.
- DeMalach, N., Kigel, J., & Sternberg, M. (2021). The soil seed bank can buffer long-term compositional changes in annual plant communities. *Journal of Ecology*, 109(3), 1275-1283.
- Distel, R. A. (2013). Manejo del pastoreo en pastizales de zonas áridas y semiáridas.
- Djamel, A., Abdelkrim, B., & Hafidha, B. (2022). The impact of exclosure on the rehabilitation of steppe vegetation at Naâma rangelands in Algeria.
- 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.
- Eskelinen A., Jessen M. T., Bahamonde H. A., Bakker J. D., Borer E. T., Caldeira M. C., Harpole W. S., Jia M., Lannes L., Nogueira C., Venterink H. O., Peri P. L., Porath-Krause A. J., Seabloom E. W., Schroeder K., Tognetti P. M., Yasui S. E., Virtanen R. & Sullivan L.L. (2023). Herbivory and nutrients shape grassland soil seed banks. *Nature communications*, 14(1), 3949.

- García, D., & Quevedo, M. (2022). El ganado como perturbación ecológica. *Patrones y procesos de renaturalización pasiva en la Cordillera Cantábrica*, 40.
- Gandía Toledano, M. L. (2022). Influencia de las condiciones climáticas en el banco de semillas del suelo y en la flora arvense emergida en un sistema de rotación cerealista de secano en dos localidades diferentes (Doctoral dissertation, Agronomica).
- Garcias-Morales, C., Orozco-Segovia, A., Soriano, D., & Zuloaga-Aguilar, S. (2021). Effects of in situ burial and sub-optimal storage on seed longevity... *Tropical Conservation Science*, 14, 1940082921989196.
- Garcillán, P. P., & Silva Bejarano, C. (2024). Efectos de la exclusión de ganado en el reclutamiento del cardón (*Pachycereus pringlei*, Cactaceae) en el sur de la península de Baja California, México. *Acta botánica mexicana*, (131).
- Gioria, M., Hulme, P. E., Richardson, D. M., & Pyšek, P. (2023). Why are invasive plants successful?. *Annual Review of Plant Biology*, 74(1), 635-670.
- Encina-Domínguez, J. A., Estrada-Castillón, E., Mellado, M., González-Montelongo, C., & Arévalo, J. R. (2022). Livestock grazing impact on species composition and richness understory of the *Pinus cembroides* Zucc. forest in northeastern Mexico. *Forests*, 13(7), 1113.
- Gran, O. (2022). Lower alpha, higher beta, and similar gamma diversity... *PLOS ONE*, 17(7), e0271092.
- Halffter, G., & Moreno, C. E. (2005). *Sobre la diversidad biológica: Alfa, Beta y Gama*, 4.
- Haretche, F., & Rodríguez, C. (2006). Banco de semillas de un pastizal uruguayo bajo diferentes condiciones de pastoreo. *Ecología austral*, 16(2), 105-113.
- He, Y., Liu, X., Wang, M., Sun, S., & Cheng, L. (2023). Grazing alters seedling emergence... *Ecological Research*, 38(1), 154-166.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, , 4(1), 9 pp.
- Jordon, M.W. (2021). Does mixed vs separate sheep and cattle grazing reduce soil compaction? *Soil Use and Management*, 37(4), 822-831.
- Juanes-Márquez, S., Encina-Domínguez, J.A., Álvarez-Vázquez, P., Lara-Reimers, E.A., Camposeco-Montejo, N., García-López, J.I. 2023. Caracterización del banco de semilla de un zacatal en el sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 14(1):97-107.

- Jurado-Guerra P., Velázquez-Martínez M., Sánchez-Gutiérrez R. A., Álvarez-Holguín Domínguez-Martínez P. A., Gutiérrez-Luna R., Garza-Cedillo R.D., Luna-Luna M., Chávez-Ruiza M.G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12, 261-285.
- Kapás, R. E., Plue, J., Kimberley, A., & Cousins, S. A. (2020). Grazing livestock increases both vegetation and seed bank diversity in remnant and restored grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 31(6), 1053-1065.
- Karami, P., Bandak, I., & Gorgin Karaji, M. (2019). Comparing the effects of continuous grazing and long term exclosure on floristic composition and plant diversity in rangeland ecosystems of Saral, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(12), 7769-7776.
- Kaufmann, I. I., Feldman, S. R., & Sacido, M. B. (2019). Efectos del pastoreo en riqueza florística, biomasa y cobertura de un pastizal de albardón, Argentina. *Revista Politécnica*, 15(29), 95-106.
- Lennon, J. T., den Hollander, F., Wilke-Berenguer, M., & Blath, J. (2021). Principles of seed banks and the emergence of complexity from dormancy. *Nature Communications*, 12(1), 4807.
- Liu, X., He, Y., Cheng, L., Hu, H., & Xu, Y. (2023). Effects of precipitation variation and trampling disturbance on seedling emergence of annual plants in a semi-arid grassland. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1078541.
- Lizarazo-Ortega, C., Rodríguez-Castillejos, G., Bernal-Barragán, H., Gutiérrez-Ornelas, E., Olivares-Sáenz, E., & Hernández-Mendoza, J. L. (2024). Efecto del pastoreo, corte y riego en la producción y valor nutritivo de zacate Buffel. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 15(3), 602-615.
- Loydi, A., & Distel, R. A. (2010). Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología austral*, 20(3), 281-291.
- Lu, X., Kelsey, K. C., Yan, Y., Sun, J., Wang, X., Cheng, G., & Neff, J. C. (2017). Effects of grazing on ecosystem structure and function of alpine grasslands in Qinghai–Tibetan Plateau: A synthesis. *Ecosphere*, 8(1), e01656.
- Ma, M., Collins, S. L., Ratajczak, Z., & Du, G. (2021). Soil seed banks and ecosystem resilience. *Bioscience*, 71(7), 697-707.
- Marañón, T. (2005). El banco de semillas en el suelo.

- MARQUEZ, S., Funes, G., Cabido, M., & Pucheta, E. (2002). Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista chilena de historia natural*, 75(2), 327-337.
- Martín, M., Morici, E. F. A., & Petruzzi, H. (2018). Efecto del tiempo de pastoreo sobre el banco de semillas y sobre los parámetros estructurales de *Piptochaetium napostaense*. *Semiárida*, 28(2).
- Martínez-Ramos, M., & García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Botanical Sciences*, (80S), 69-84.
- McInturff, A., Xu, W., Wilkinson, C. E., Dejid, N., & Brashares, J. S. (2020). Fence ecology: Frameworks for understanding the ecological effects of fences. *BioScience*, 70(11), 971-985.
- Mohammed, S. A., & Denboba, M. A. (2020). Study of soil seed banks in ex-closures for restoration of degraded lands in the central Rift Valley of Ethiopia. *Scientific Reports*, 10(1), 956.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- Múgica, L., Canals, R. M., San Emeterio, L., & Peralta, J. (2021). Decoupling of traditional burnings and grazing regimes alters plant diversity and dominant species competition in high-mountain grasslands. *Science of the Total Environment*, 790, 147917.
- Narvaez-Ortiz, I., Paz, R. A. O., & Patarroyo, E. L. (2021). Regeneración pasiva de morichales (*Mauritia flexuosa* Lf) en los llanos orientales de Colombia. *Ecosistemas*, 30(3), 2230-2230.
- Numa, C., Verdú, J. R., Rueda, C., & Galante, E. (2012). Comparing dung beetle species assemblages between protected areas and adjacent pasturelands in a Mediterranean savanna landscape. *Rangeland Ecology & Management*, 65(2), 137-143.
- Olden, J. D., & Rooney, T. P. (2006). On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 113-120.
- Osoro, K., Celaya, R., Martínez, A., & Zorita, E. (2000). Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, 30(1), 3-50.

- Pablo, C. R. (2010). Importancia de la resiliencia biológica como posible indicador del estado de conservación de los ecosistemas: implicaciones en los planes de manejo y conservación de la biodiversidad. *Biológicas*, 12(1), 1-7.
- Paruelo, J. M., Piñeiro, G., Altesor, A. I., Rodríguez, C., & Oesterheld, M. (2004). Cambios estructurales y funcionales asociados al pastoreo en los pastizales del Río de la Plata. Reunión del Grupo técnico regional del Cono Sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical: Grupo Campos, 20, 53-60.
- Pellegrini, A. E., Vecchio, M. C., Bolaños, V. R. A., Municoy, F., Ferranti, M. F., & Golluscio, R. Á. (2020). Pastoreo continuo y rotativo: efecto sobre la vegetación y fracciones de carbono. In XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo "Suelos: desafíos para una producción y desarrollo sustentables" (Corrientes, 13 al 16 de octubre de 2020).
- Peredo, S. F., & Barrera, C. (2002). Aplicaciones agroecológicas de los índices de diversidad: análisis de su utilidad para la evaluación de la biodiversidad agrícola. La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Dapena, E. y Porcuna, J. (Eds.). Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Gijón-Asturias (España), 1, 399-408.
- Pérez-Suárez, B. (2022). Composición y diversidad del banco de semillas germinable en un núcleo ecológico urbano. *Pérez-Arbelaezia*, 22(1), 3-27.
- Pirondo, A., Rojas, L., & Keller, H. A. (2022). Diversidad vegetal, estructura, y usos complementarios en "cercos" realizados por comunidades tradicionales en los Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina). *Bonplandia*, 31(1), 55-68.
- Prigge, J. L., Richwine, J. D., Bisangwa, E., & Keyser, P. D. (2025). Interseeded Native Forbs Resilient Under Variable Grazing Regimen. *Land*, 14(5), 989.
- Pulungan, M. A., Suzuki, S., Areja Gavina, M. K., Tubay, J. M., Ito, H., Nii, M., Ichinose, G., Okabe, T., Ishida, A., Shiyomi, M., Togashi, T., Yoshimura, J. & Morita, S. (2019). Grazing enhances species diversity in grassland communities. *Scientific Reports*, 9(1), 11201.
- Rauber, R. B., Cendoya, M. A., Arroyo, D., & Bogino, S. M. (2022). Composición florística y funcional del pastizal natural del centro de la Argentina: Efecto del pastoreo bovino y el fuego.
- Revilla, T. A., & Encinas-Viso, F. (2015). Ecología y evolución de la endozoocoría. *Acta Biologica Venezuelica*, 35(2).

- Ribeiro, I., Domingos, T., McCracken, D., & Proenca, V. (2023). The use of domestic herbivores for ecosystem management in Mediterranean landscapes. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02577.
- Ríos, G. (2023). Manejo del pastoreo bovino en el pastizal de la Pampa Deprimida (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Rodríguez, P., & Vázquez-Domínguez, E. (2003). Escalas y diversidad de especies. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía, 109-114.
- Rouet-Leduc, J., Pe'er, G., Moreira, F., Bonn, A., Helmer, W., Shahsavan Zadeh, S. A., Zizka, A. & van der Plas, F., (2021). Effects of large herbivores on fire regimes and wildfire mitigation. *Journal of Applied Ecology*, 58(12), 2690-2702.
- Ruiz González, M. Á., Campos Angeles, G. V., Reyes Hernández, V. J., Rodríguez Ortiz, G., & Enríquez del Valle, J. R. (2022). Estructura y diversidad vegetal en un bosque de pino encino con disturbios en diferentes cronosecuencias. *Madera y bosques*, 28(1).
- Shiferaw, W., Demissew, S., & Bekele, T. (2018). Ecology of soil seed banks: Implications for conservation and restoration of natural vegetation: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 10(10), 380-393.
- Sigcha, F., Fernández, Y. P., & Ruiz, C. M. (2016). Efecto de la exclusión de grandes herbívoros en la vegetación y el suelo de minas de carbón restauradas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (42), 141-154.
- Socular, J. B., Gilroy, J. J., Kunin, W. E., & Edwards, D. P. (2016). How should beta-diversity inform biodiversity conservation?. *Trends in ecology & evolution*, 31(1), 67-80.
- Sun, J., Liu, M., Fu, B., Kemp, D., Zhao, W., Liu, G., ... & Liu, S. (2020). Reconsidering the efficiency of grazing exclusion using fences on the Tibetan Plateau. *Science Bulletin*, 65(16), 1405-1414.
- Tracy, B. F., Foster, J. L., Butler, T. J., Islam, M. A., Toledo, D., & Vendramini, J. M. B. (2018). Resilience in Forage and Grazinglands. *Crop Science*, 58, 31-42.
- Varela, S. A., Gobbi, M. E., & Laos, F. (2006). Banco de semillas de un bosque quemado de *Nothofagus pumilio*: efecto de la aplicación de compost de biosólidos. *Ecología austral*, 16(1), 63-78.
- Vebbhio, M. C., Lissarrague, M. I., Heguy, B., Mendibino, L., Rodríguez, A. M., & Golluscio, R. (2022). Efecto del pastoreo sobre el banco de semillas en una estepa de halófitas de la Depresión del Salado.

- Vidaller, C., Dutoit, T., Ramone, H., & Bischoff, A. (2019). Factors limiting early establishment of the Mediterranean grassland species *Brachypodium retusum* at disturbed sites. *Basic and Applied Ecology*, 37, 10-19.
- Wang, S., Fan, J., Li, Y., & Huang, L. (2019). Effects of grazing exclusion on biomass growth and species diversity among various grassland types of the Tibetan Plateau. *Sustainability*, 11(6), 1705.
- WingChing-Jones, R. (2008). Residualidad de sustancias xenobióticas en el suelo empleadas en la producción pecuaria. *Agronomía Mesoamericana*, 19(1), 99-114.
- Yáñez-Chávez, L. G., Hernández-Ibarra, G., & Rodríguez-González, M. DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN UN ÁREA DE EXCLUSIÓN EN EL EJIDO SANTO DOMINGO, DURANGO. In XI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES (p. 30).
- Zambonino, Y. A. P., Guerra, I. A. P., Cornejo, I. A. Z., Almeida, M. I. B., & Muñoz, M. J. P. (2025). Efecto de la carga animal sobre la dinámica de malezas en pasturas de *Megathyrus maximus* en sistemas de pastoreo continuo. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 9(3), 29-41.
- Zhang, M., Chen, F., Chen, S., Xie, Z., Huang, Y., & Liu, Y. (2017). The soil seed bank of a rehabilitated draw-down zone and its similarity to standing vegetation in the Three Gorges Reservoir Area. *Ecological Research*, 32(6), 1011-1021.
- Zhang, M., Delgado-Baquerizo, M., Li, G., Isbell, F., Wang, Y., Hautier, Y., Wang, Y., Xiao, Y., Cai, J., Xiaobin, P., & Wang, L., (2023). Experimental impacts of grazing on grassland biodiversity and function are explained by aridity. *Nature Communications*, 14(1), 5040.

8. ANEXO FOTOGRAFICO



Figura 4. *Bouteloua gracilis*



Figura 5. *B. dactyloides*



Figura 6. *Solanum elaeagnifolium*



Figura 7. *Euphorbia extipulata*



Figura 8. *Sida abutilifolia*



Figura 9. *Euphorbia serrula*



Figura 10. *T. texana*



Figura 11. *Charola con cuadrantes*



Figura 12. *E. extipulata*



Figura 13. *Asphodelus fistulosus*



Figura 16. *Disakisperma dubiu*

