

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA Y PERFIL NUTRICIONAL DE ZACATE
PICOSO (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth) POSTERIOR A
ENVENTOS DE APACENTAMIENTO

Tesis

Que presenta FABIÁN HERVERT CRUZ
como requisito parcial para obtener el Grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Septiembre 2025

ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA Y PERFIL NUTRICIONAL DE ZACATE
PICOSO (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth) POSTERIOR A
EVENTOS DE APACENTAMIENTO

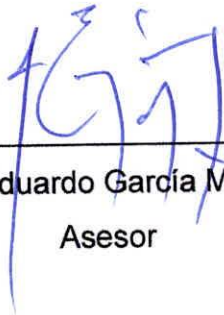
Tesis

Elaborada por FABIÁN HERVERT CRUZ como requisito parcial para obtener el
grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la supervisión y
aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director de Tesis



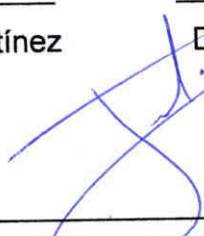
Dr. José Eduardo García Martínez

Asesor



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Asesor



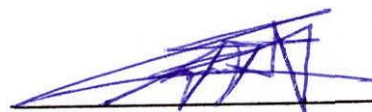
Dr. Josué Israel García López

Asesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno

Jefe de Departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda

Subdirector de Postgrado

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Torreón, Coahuila, agosto 2025

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **Acumulación de materia seca de zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth) posterior a eventos de apacentamiento** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o no se respetaron los derechos de autor, esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar, quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.

Fabián Hervert Cruz

Nombre

Firma

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y al programa de posgrado de **Producción Agropecuaria** por haberme permitido llevar a cabo mis estudios de Maestría.

A **SECIHTI** por haberme otorgado de una beca durante el tiempo de mis estudios.

A mi asesor de tesis el **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez** por su acompañamiento tiempo, consejos y apoyo para llevar a cabo esta investigación con lo cual hicieron de mí un mejor profesionista.

Al **Dr. José Eduardo García Martínez** por su gran apoyo en la realización de este trabajo, y en mi formación como profesionista y en su valioso tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, el apoyo en laboratorio y sus consejos.

Al **Dr. Juan Antonio Encina Domínguez** por ser parte de este equipo de trabajo, por su asesoría, consejos y apoyo durante las revisiones de tesis y artículo, además de sus sugerencias y opiniones.

Al **Dr. Josué Israel García López** por ser parte de este equipo de trabajo, por su asesoría, consejos durante las revisiones de tesis, así como sus valiosas observaciones.

Al **Dr. Pedro Aguilar Zárate** por haberme aceptado y brindado su apoyo durante mi estancia en el Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles en el “LANAEPBI” para llevar a cabo parte de la evaluación del perfil nutricional.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Fabián Hervert Hernández

Juana Del Rocío Cruz Santos

Por haberme alentado a seguir con mi preparación profesional, así como haberme educado y formado la persona que soy y sobre todo por el amor brindado. Gracias papás.

A MIS HERMANOS Y FAMILIA

Por su apoyo en todo momento, por su apoyo y aliento en cada decisión tomada. Gracias.

A MIS AMIGOS

A mis compañeros de casa

Rosa María, Erick Manuel y Antonio.

Por hacer más ameno la estancia en esta ciudad, así como el apoyo y consejos que nos dimos durante el transcurso de nuestra maestría.

A mis amigos de la UAAAN

Iker Medina, José Jiménez, Carlos Santiago, Galeno Roblero, Axel Muñoz, Jovany González, Eduardo Castro, Axel Sosa, Marilyn Miranda.

Quienes me recibieron de manera afectuosa e hicieron más amena mi estancia en esta grandiosa institución

A mis amigos de posgrado

Sait Juanes, Alan Huerta, Francisco Muñoz, Francisco Treviño.

Por sus consejos y apoyo, además de momentos y anécdotas que nos dejó el posgrado.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE CUADROS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivo específico	2
1.2. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Distribución e Importancia de los Pastizales	3
2.2. Descripción de la Especie en Estudio.....	4
2.3. Defoliación de Pastizales.....	5
2.4. Sistema de Pastoreo	5
2.5. Tipos de Sistemas de Pastoreo	6
2.6. Pastoreo Intensivo no Selectivo (PINS).....	7
2.7. Efectos de Pastoreo	8
2.8. Acumulación de Materia Seca	9
2.9. Perfil Nutricional	9
2.9.1. Digestibilidad	10
2.9.2. Composicion química	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Diseño Experimental.....	14
3.1.1. Metodología experimental	14

3.2.	Variables Productivas	15
3.2.1.	Curva de acumulación estacional de materia seca y componentes morfológicos	15
3.2.2.	Altura de planta (AP)	15
3.2.3.	Relación:hoja/tallo	15
3.3.	Perfil Nutricional	16
3.3.1.	Humedad	16
3.3.2.	Cenizas	16
3.3.3.	Minerales	17
3.3.4.	Proteína cruda	17
3.3.5.	Digestibilidad	18
3.3.6.	Extracto etéreo (EE)	18
3.3.7.	Fibra cruda	19
3.3.8.	Análisis de fibras	19
3.4.	Análisis estadístico	20
4.	RESULTADOS	21
4.1.	Variables Productivas	21
4.1.1.	Rendimiento de materia seca (RMS) y componentes morfológicos 23	
4.1.2.	Altura de planta	27
4.1.3.	Relacion:Hoja/Tallo	28
4.2.	Perfil Nutricional	30
5.	DISCUSIÓN	33
5.1.	Variables Productivas	33
5.1.1.	Rendimiento de materia seca y componentes morfológicos	33
5.1.2.	Altura de planta	35

5.1.3.	Relación:hoja/tallo	36
5.2.	Perfil Nutricional	36
6.	CONCLUSIÓN	43
7.	REFERENCIAS	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios de la evaluación estacional a diferentes meses después de rebrote (MDR), en zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>), posterior a un pastoreo con alta carga animal.	21
Cuadro 2. Comparación de medias de los factores evaluados a diferentes meses después de rebrote (MDR), en zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>), posterior a un pastoreo con alta carga animal.	22
Cuadro 3. Rendimiento de materia seca y Composición morfológica (kg MS ha ⁻¹) del zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero (invierno).	25
Cuadro 4. Rendimiento de materia seca y Composición morfológica (kg MS ha ⁻¹) del zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de marzo (primavera).	26
Cuadro 6. Perfil nutricional en los tres meses después de rebrote (MDR) donde se encontró el mayor rendimiento de materia seca (RMS) de zacate picoso (<i>A. clandestina</i>), posterior a un apacentamiento con alta carga animal realizado en condiciones de invierno, primavera y verano.	30
Cuadro 7. Minerales en zacate picoso (<i>A. clandestina</i>), posterior a un apacentamiento con alta carga animal realizado en condiciones de invierno, primavera y verano.	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localización geográfica del área de estudio Rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, Saltillo, Coahuila, México (Arévalo *et al.*, 2021). 13
- Figura 2. Temperatura media y precipitación durante el periodo de evaluación en el Rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, Saltillo, Coahuila, México.
..... 14
- Figura 3. Altura de planta de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero, marzo y julio. Distinta literal entre meses de rebrote del mismo tratamiento son diferentes estadísticamente (Tukey; $p < 0.05$)..... 28
- Figura 4. Relación:hoja/tallo mensual de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero (invierno), marzo (primavera) y julio (verano). Distinta literal entre meses de rebrote, son diferentes estadísticamente (Tukey; $p < 0.05$)..... 29

RESUMEN

Acumulación de materia seca y perfil nutricional de zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) arriaga & barkworth) posterior a eventos de apacentamiento

Fabián Hervert Cruz

Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Perpetuo Álvarez Vázquez

Director de Tesis

Amelichloa clandestina es una especie invasora en pastizales al sureste de Coahuila, con alta capacidad de colonización. Ante ello, se evaluó el aprovechamiento mediante un pastoreo intensivo no selectivo (PINS). El objetivo fue identificar el punto máximo de rendimiento de materia seca (RMS) para determinar el punto óptimo de un nuevo apacentamiento posterior a un PINS. El estudio se llevó a cabo de enero 2023 a octubre 2024, aplicando el PINS en invierno, primavera y verano, en parcelas de 10 x 60 m, se evaluó el RMS (kg ha^{-1}), morfología, altura, relación:hoja/tallo, durante 18 meses, además del valor nutricional en las mejores etapas de desarrollo, a su vez, se realizó un análisis de varianza con el software JMP 14 Pro®, y una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$). Para los apacentamientos realizados en invierno y verano, el RMS máximo ocurrió entre los 16 y 18 meses de rebrote (MDR); en primavera, entre los 13 y 15 MDR. La mayor cantidad hoja coincidió con el RMS. La altura más elevada fue en verano con 44 cm a los 17 MDR. El perfil nutricional, en verano obtuvo el mayor contenido de materia seca (95 %), fibra cruda (39 %) y FDA (63 %), mientras que en invierno la proteína (10 %). No hubo diferencias significativas entre tratamientos en digestibilidad (38 %) FDN (79 %) y lignina (45 %). En conclusión, nutricionalmente, el mejor tratamiento fue en invierno, sin embargo, en términos de producción, el tratamiento de primavera fue mejor.

Palabras clave: Rendimiento de materia seca, Morfología, *Amelichloa clandestina*, Pastoreo intensivo no selectivo, Perfil nutricional.

ABSTRACT

Dry Matter Accumulation and Nutritional Profile of Zacate Picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth) Following Grazing Events

Fabián Hervert Cruz

Master of Science in Agricultural Production

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Perpetuo Álvarez Vázquez

Thesis Supervisor

Amelichloa clandestina is an invasive species in the grasslands of southeastern Coahuila, characterized by a strong capacity for colonization. To assess its potential utilization, a non-selective intensive grazing system (NSIG) was implemented. The objective was to identify the peak dry matter yield (DMY) to determine the optimal time for subsequent grazing following NSIG. The study was conducted from January 2023 to October 2024, applying NSIG during winter, spring, and summer in 10 × 60 m plots. Evaluations included DMY (kg ha⁻¹), plant morphology, height, and leaf-to-stem ratio over an 18-month regrowth period. Nutritional value was also assessed at the most representative growth stages. Data were analyzed using ANOVA in JMP 14 Pro®, and means were compared using Tukey's test ($p < 0.05$). For grazing treatments conducted in winter and summer, maximum DMY occurred between 16 and 18 months of regrowth (MR), while for spring it was reached between 13 and 15 MR. The highest leaf biomass coincided with peak DMY. The greatest plant height was recorded in summer, reaching 44 cm at 17 MR. Regarding nutritional quality, summer showed the highest dry matter content (95%), crude fiber (39%), and acid detergent fiber (ADF, 63%), while winter had the highest crude protein (10%). No significant differences were found among treatments in digestibility (38%), neutral detergent fiber (NDF, 79%), or lignin (45%). In conclusion, winter offered the best nutritional quality, while spring was the most productive in terms of forage biomass.

Keywords: Dry Matter Yield, Morphological Characteristics, *Amelichloa clandestina*, Non-Selective Intensive Grazing, Nutritional Profile.

1. INTRODUCCIÓN

Los pastizales son ecosistemas caracterizados por su vegetación abierta, compuesta principalmente por plantas herbáceas, cuya biomasa es consumida directamente por los herbívoros ([CONABIO, 2022](#)). *Amelichloa clandestina*, conocido como zacate picoso, es un pasto adaptado a diversas condiciones ambientales y suele colonizar terrenos agrícolas en desuso ([Juanes-Márquez, 2021](#)). Su presencia se ha registrado en el sureste de Coahuila, donde se considera una especie endémica, y actualmente se busca determinar su posible utilidad. En México, los pastizales, ya sean naturales o inducidos, se destinan en su mayoría a la ganadería y abarcan una gran extensión territorial. Según datos del INEGI de 2020, la superficie total de estos ecosistemas en el país es de 97,940.8 km² ([INEGI, 2020](#)).

Cuando una zona queda abandonada tras la actividad humana, la vegetación inicia un proceso de sucesión secundaria, en el cual las especies herbáceas y algunos arbustos comienzan a colonizar el terreno. Si no hay nuevas perturbaciones, este proceso puede culminar en la formación de comunidades boscosas. [Bustamante-García \(2017\)](#) señala que el pastoreo es una estrategia clave en la gestión de pastizales para el sector ganadero, ya que influye en el rendimiento, crecimiento y resistencia de la vegetación, sin embargo, un manejo inadecuado y el abandono de tierras han afectado la productividad y rentabilidad de la ganadería.

Por ello, se buscan alternativas sostenibles, como el uso del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), una especie nativa común en terrenos agrícolas. Actualmente, hay poca información sobre su rendimiento tras el pastoreo y un período de exclusión de 18 meses, por lo que su evaluación permitiría aprovecharlo como recurso forrajero en lugar de eliminarlo. Es así que se evaluó el rendimiento de *Amelichloa clandestina* posterior a una perturbación en diferentes épocas del año evaluando así a partir de la perturbación 18 meses y

conocer el punto óptimo de materia seca (Kg MS ha^{-1}) para finalmente identificar el mejor momento para pastorear el ganado en este tipo de pastizal además de evaluar el impacto del apacentamiento en el perfil nutricional del zacate.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Identificar punto máximo de acumulación de materia seca de un zacatal de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) posterior a un pastoreo intensivo no selectivo, para un nuevo apacentamiento.

1.1.2. Objetivo específico

- Determinar la acumulación de materia seca, composición morfológica, altura de planta mensual de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en el transcurso 18 meses posterior al apacentamiento.
- Determinar el valor nutricional del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en sus puntos máximos de acumulación de materia seca en una curva de 18 meses posterior al apacentamiento.

1.2. Hipótesis

La biomasa acumulada de zacate picoso (*A. clandestina*) posterior al apacentamiento será mayor a los 18 meses de descanso.

El rendimiento de *Amelichloa clandestina* tendrá un mayor incremento en la estación de verano debido a que coincide con la época de lluvias del lugar.

El perfil nutricional de *A. clandestina* se verá afectado por el efecto del apacentamiento y la variación estacional en que fue apacentado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Distribución e Importancia de los Pastizales

Los pastizales semiáridos de México se ubican en el norte del país, desde Sonora hasta Guanajuato. Actualmente, el 95% enfrenta sobrepastoreo, lo que ha reducido la cobertura de gramíneas y aumentado la presencia de mezquite, afectando su productividad. Estos ecosistemas están compuestos principalmente por gramíneas de porte bajo y mediano, como el zacate navajita, banderita, sabanilla y tres barbas. ([Jurado-Guerra et al., 2021](#)). Al respecto, [Ibarra-Flores et al. \(2018\)](#) indican que el pastoreo tradicional afecta la resiliencia de los pastizales al compactar el suelo, reduciendo su capacidad de infiltración y almacenamiento de agua, lo que incrementa la sequedad y la vulnerabilidad a la sequía y la desertificación. Además, el ganado provoca erosión, pérdida de la capa superficial del suelo y destrucción de la costra y los microorganismos esenciales, lo que compromete la fertilidad del suelo y el desarrollo vegetal, causando una significativa disminución de nutrientes.

La cubierta vegetal y su estabilidad son cruciales para los ciclos biológicos de los microorganismos del suelo y las plantas. Una vegetación saludable en los pastizales ayuda a interceptar la lluvia, reduciendo el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo. Esto maximiza la infiltración de agua y disminuye la pérdida por escurrimiento, lo que a su vez previene la pérdida de nutrientes por erosión ([Ibarra-Flores et al., 2018](#)). Para documentar los cambios en los pastizales y matorrales causados por el manejo y el clima, es esencial contar con metodologías y herramientas adecuadas. En este sentido, el uso de sensores remotos se ha destacado como una herramienta útil para estimar la productividad y cobertura vegetal, así como para medir la extensión y fragmentación de estos ecosistemas ([Jurado-Guerra et al., 2021](#)).

[Jurado-Guerra et al. \(2021\)](#) señalan que la utilización de los recursos forrajeros de los pastizales como alimento principal es fundamental para el sistema de producción vaca-becerro, así como para la explotación de caprinos y ovinos bajo condiciones extensivas. El grave deterioro de estos ecosistemas se ha atribuido principalmente a la sobreutilización del recurso, por lo que se recomienda desarrollar un programa adecuado de manejo del pastoreo como medida preventiva. Este programa se basa en principios ya establecidos, entre los cuales se destacan la utilización de la carga animal óptima, la determinación de la mejor época de pastoreo, la implementación del sistema de pastoreo más adecuado al entorno, el uso de la especie o combinación de especies mejor adaptadas, distribución uniforme del pastoreo.

2.2. Descripción de la Especie en Estudio

Amelichloa clandestina (Hack.) Arriaga & Barkworth, es una planta perenne nativa que presenta hojas basales, erectas, de entre 10 y 15 cm de largo, con una punta marrón y afilada cuando está seca. Sus tallos son delgados y erectos, con una altura de 40 a 100 cm, y tienen entrenudos lisos, con 1 a 2 nudos y una base rizomatosa. Las vainas son lisas, excepto en la parte del cuello, donde son ásperas. Frecuentemente, las vainas inferiores cubren inflorescencias cleistógamas. La lígula es una pequeña escama de entre 0,1 y 0,2 mm. Las láminas, de entre 10 y 30 cm, son generalmente involutas o dobladas, con una textura que varía de lisa a rugosa, y su ápice tiene una apariencia sedosa. La inflorescencia se presenta como una panícula estrecha de 8 a 35 cm de largo, y las espiguillas contienen una sola flor fértil. La flor tiene un callo densamente cubierto de pelos y una arista glabra, dos veces geniculada, que mide entre 12 y 20 mm de largo ([Juanes-Márquez, 2021](#)).

Esta especie tiene presencia en el norte de México en territorios como Coahuila y Nuevo León, además ha sido introducida en Texas, Estados Unidos. Su primera aparición se registró en los años 50. La equivocada identificación impidió el

registro hasta 1987. A partir de ese momento, se ha propagado por toda la planicie de Edwards y algunas regiones del centro de Texas. Se manifiesta en áreas alteradas, en terrenos calcáreos, en áreas impactadas, pastizales y bosques de pino piñonero con altitudes que oscilan entre 800 y 2100 metros ([Arévalo et al., 2021](#)).

2.3. Defoliación de Pastizales

La defoliación es la remoción de hojas en especies forrajeras debido al consumo por animales, el corte o el pisoteo. Su intensidad se mide mediante el grado de uso, el porcentaje de uso y la biomasa remanente ([Borrelli y Oliva, 2014](#)). [Hongo y Oinuma \(1998\)](#) mencionan que el pisoteo del ganado puede dañar los pastos, afectando su morfología y provocando la separación de órganos de los macollos o hematomas por la presión de las pisadas. Ante esto, los macollos desarrollan mecanismos de regeneración y fortalecen su resistencia física. [Borrelli y Oliva. \(2014\)](#) mencionan que los pastos de menor altura pueden beneficiarse del pastoreo continuo e intenso, ya que, con una carga animal adecuada, se estimula la producción de follaje, aunque este efecto varía según la estación del año

2.4. Sistema de Pastoreo

Los sistemas de pastoreo resultan de la interacción de factores biológicos, técnicos, económicos y sociales, permitiendo la producción animal a partir de recursos vegetales. Además de su función productiva, el pastoreo influye en la conservación y mejora del medio natural ([Lavín et al., 1996](#)). En la ganadería ovina, un sistema de explotación combina medios, factores y técnicas de producción para obtener productos específicos, teniendo en cuenta la gestión de los recursos en un contexto político, socioeconómico y ambiental determinado ([Lavín et al., 1996](#)). Es así que, [Bustamante-García \(2017\)](#) menciona que los sistemas de pastoreo son los métodos más simples y económicos para convertir

el material vegetal en productos útiles para el hombre como la carne, leche cuero, lana, entre otros productos de interés.

2.5. Tipos de Sistemas de Pastoreo

Los sistemas de pastoreo pueden clasificarse de la siguiente manera según [Lavín et al. \(1996\)](#).

- **Sistemas estantes:** Son aquellos en que la producción se basa en la explotación de razas puras de carne bajo sistemas de pastoreo, más o menos intensivos.
- **Sistemas trashumantes:** Se fundamentan en el movimiento de los animales teniendo en cuenta las diferencias en la disponibilidad vegetal entre las distintas zonas geográficas, su origen está en los sistemas nómadas.
- **Sistemas estratificados:** Se basan en la utilización de las distintas áreas del territorio en un sistema de producción de carácter integral.

Una clasificación de los sistemas de producción ovina, aceptada tradicionalmente, se basa en el grado de utilización del territorio e intensidad productiva lo que, en mayor o menor medida, va unido a diferencias geográficas y climáticas, como ya ha sido comentado anteriormente. Se clasifican en extensivos e intensivos, incluyendo variantes como el trashumante y el nómada en el primero, y el intensivo, muy intensivo, comunal y de pequeños rebaños en el segundo. Cada sistema responde a condiciones específicas, buscando rentabilidad según el tamaño del rebaño y la productividad animal. El pastoreo muy extensivo depende del manejo de la vegetación natural y suele enfocarse en la producción de lana. Debido a la limitada disponibilidad de forraje, requiere grandes extensiones de terreno con una baja carga ganadera ([Lavín et al., 1996](#)).

2.6. Pastoreo Intensivo no Selectivo (PINS)

La gestión de los pastos ha evolucionado desde estrategias tradicionales, como la conservación de bancos de semillas y el pastoreo diferido, hasta planteamientos más sofisticados. Voisin desarrolló el pastoreo racional, que trata de equilibrar la relación entre vegetación, ganado y suelo, mientras que Savory propuso el pastoreo holístico, basado en altas cargas ganaderas y largos periodos de descanso para modificar la composición de los pastos autóctonos. La carga animal o capacidad de carga se define como el número de animales que pueden estar en una superficie sin ocasionar daños al ambiente. Según la sociedad de manejo de pastizales en 1974 ([Huebla y Condo, 2019](#)).

No obstante, la elección de sistemas de pastoreo de alta intensidad y baja frecuencia o pastoreo intensivo no selectivo debe basarse en pruebas experimentales y no en planteamientos dogmáticos. Para los productores, la prioridad es optimizar la producción de carne o leche por animal o por unidad de superficie de forma rentable, sostenible y responsable con el medio ambiente. ([González-Stagnaro, 2022](#)). Es así que surge la ganadería regenerativa es un enfoque integral de manejo de tierras que busca mejorar la calidad del suelo mientras atiende las necesidades del ganado y optimiza la producción de pasto sin perder la condición del ganado ([Carrera et al., 2015](#)). Esta práctica favorece el proceso fotosintético en las plantas forrajeras, promoviendo su crecimiento y aumentando la disponibilidad de forraje. Además, la agricultura regenerativa contribuye a la salud del suelo al incrementar su contenido de materia orgánica, beneficiando tanto a la flora y fauna del ecosistema como a los animales que se alimentan de él. Asimismo, este sistema permite la captura de grandes cantidades de carbono, ayudando a mitigar su impacto ambiental ([Lavorel y Garnier, 2002](#)).

Para implementar este manejo se hace uso de cercos eléctricos, ya que es de mucha ayuda en la implementación de pastoreos, ya que delimita los lugares en

que los animales estarán pastando incluso ayuda a la reducción de costos y maximizar el aprovechamiento y consumo de los forrajes ([Juanes-Márquez et al., 2024](#)). El cerco eléctrico ganadero está compuesto por un impulsor o energizador, el cual es alimentado de una fuente de energía que puede ser eléctrica (110v o 220 v) una batería o un panel solar, este convierte y envía el impulso eléctrico a la cerca, su capacidad se mide en joule, para el control de los ovinos se requieren de cuatro joule ([INIFAP, 2022](#)). Para la implementación de estos cercos se ocupan ciertos artefactos como aisladores, barras, postes, reguladores, panel solar, batería o energizador, polywire, varilla de cobre, carrete ([Juanes-Márquez et al., 2024](#)).

El pastoreo rotacional y la división de potreros en la producción ovina permiten optimizar la calidad del forraje y reducir la degradación del suelo. Al establecer al menos seis divisiones, con periodos de pastoreo de cinco a seis días y descansos de al menos 30 días, se evita el consumo de rebrotes tiernos y se protege la estructura radicular del pasto. Cuantas más divisiones se implementen, mejor será el manejo de los recursos forrajeros. El uso de cercos eléctricos en sistemas de pastoreo intensivo mejora el aprovechamiento del forraje y facilita la gestión del ganado. Su correcta instalación es clave para su efectividad, considerando la especie animal y ajustando la altura de los aisladores: entre 100 y 120 cm para caballos, 90 a 100 cm para bovinos adultos y 55 a 65 cm para becerros. La implementación de estos sistemas favorece la sostenibilidad del pastoreo intensivo, optimizando la productividad y conservación de los pastizales. ([INIFAP, 2022](#); [Juanes-Márquez et al., 2024](#)).

2.7. Efectos de Pastoreo

El pastoreo afecta la estructura de los pastizales naturales, reduciendo la diversidad florística y estructural, especialmente a cargas moderadas, lo que puede llevar a la extinción local de especies nativas y favorecer la invasión de especies exóticas. Sin embargo, en pastizales con historia de pastoreo, la

diversidad es más alta con la presencia de herbívoros, sin invasión de especies exóticas ni pérdida significativa de especies nativas, incluso con alta carga ganadera. No obstante, el pastoreo por ungulados nativos es clave para mantener una alta diversidad de especies en pastizales naturales, ya que controlan las especies dominantes. Además, la presencia de herbívoros se ha vuelto un componente importante en los planes de manejo para la conservación y restauración de la diversidad en estos ecosistemas ([Nai-Bregaglio et al., 2002](#)).

2.8. Acumulación de Materia Seca

El objetivo de la determinación de la materia seca (MS) es para conocer la cantidad de forraje con la que se cuenta en un determinado lugar, esto se puede representar por días de emergencia o días después de rebrote. La acumulación de materia seca se puede ver afectada por los tipos de suelo en donde se encuentre establecido el forraje y el intervalo de la toma de muestras (DDR) y por ende la altura que llegue a tener el material vegetal ([Assis et al., 2023](#)). Para obtener los kilogramos de materia seca por hectárea según [Calistro \(2012\)](#), se debe de recolectar el forraje y obtener el peso húmedo, posteriormente llevarlo a un proceso de secado y obtener el peso seco para así determinar el porcentaje de materia seca que tiene el forraje. Una vez obtenido el valor del porcentaje de materia seca, dentro de un cuadrante de 50x50 cm se recolectan muestras las cuales se someterán al mismo procedimiento y aplicando la siguiente formula obtener los kilogramos de materia seca por hectárea (Kg MS ha^{-1}).

2.9. Perfil Nutricional

Es necesario producir alimentos nutritivos y de alta calidad para así contribuir al desarrollo de los sistemas pecuarios sostenibles que brinden beneficios económicos para los ganaderos, es por ello la importancia que se tenga un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, incluyendo pastos que representan el medio alimenticio más fundamental para la ganadería debido a

que representan un aporte de los nutrientes y energía de forma económica ([Vásquez-Aguilar et al., 2024](#)). Por ello [García-Cervantes et al. \(2023\)](#) mencionan que la evaluación de los pastizales permite conocer su aporte alimenticio y nutricional, lo que facilita una mejor gestión de los pastizales y agostaderos. Además, ayuda a mejorar la optimización de la suplementación del ganado según las necesidades que se presenten y contribuye al desarrollo de estrategias de reforestación que ayuden a fomentar la sostenibilidad del ecosistema. Los forrajes usados en la ganadería son la principal fuente de nutrientes para vacas y becerros. Es por ello, es fundamental analizar su composición química evaluando aspectos como materia seca, minerales, carbohidratos, energía, digestibilidad y proteína ([Vásquez-Aguilar et al., 2024](#)).

El manejo que se tiene de los pastizales influye en la adaptación, calidad, productividad y persistencia de especies forrajeras. Estos factores pueden variar según el intervalo de corte y la altura del pastoreo. Además, la calidad del forraje son dependientes de la cantidad y tipo de tejido verde defoliado, la dinámica de población de tallos, área foliar remanente, frecuencia de corte y el estado fisiológico de las plantas ([Rojas-García et al., 2024](#)).

2.9.1. Digestibilidad

Durante el siglo XX se han descrito diversos métodos para poder determinar la dinámica de degradación de los forrajes que consume el ganado. Dichos métodos representan una gran importancia para los estudios de nutrición en estas especies, considerando que permiten orientar y profundizar en esta temática. El análisis de la digestibilidad es fundamental para determinar su valor nutritivo y la biodisponibilidad de sus nutrientes. Para ello, se han desarrollado diversas técnicas de laboratorio que permiten estimar la digestión ruminal e intestinal, como los métodos *in vitro* (producción de gas y Daisy) e *in sacco*, los cuales se pueden comparar con el método *in vitro* para evaluar su precisión ([González-García et al., 2017](#)).

Las técnicas de digestión ayudan a la predicción del consumo y digestibilidad, así como a la determinación de la calidad que tiene el forraje. Existen métodos *in vitro* los cuales son más costosos, sin embargo, se empezó a desarrollar desde la década de los sesenta cuyos principales autores fueron Tilley y Terry, así mismo, Goering y Van Soest, llevaron a cabo un experimento con bovinos y búfalos sometidos a fistulación ruminal. Estos animales fueron alimentados con *Pennisetum purpureum* y *Dactylis glomerata*. Mediante técnicas *in vitro* evaluaron la digestibilidad de 22 tipos de forrajes en distintos periodos de análisis ([Vargas-Bayona et al., 2013](#)).

Los primeros ensayos sobre estas técnicas fueron realizados por Quinn, quien desarrollo métodos *in situ* utilizando ovinos con fistulas ruminales. En sus experimentos, introducía en el rumen una bolsa de material no degradable que contenía forrajes, permitiendo su suspensión durante determinado tiempo. El objetivo era analizar el comportamiento del alimento evaluado dentro del tracto gastrointestinal del animal. A su vez, Blach y Johnson plantean utilizar bolsas de algodón y un tiempo de incubación de nueve horas en el rumen ([Vargas-Bayona et al., 2013](#)).

2.9.2. Composición química

La composición química de un pasto es de suma importancia para obtener el valor nutricional que este tiene. Algunos de los análisis que se realizan son Materia seca total, Humedad, Cenizas, Extracto etéreo, Proteína cruda, Digestibilidad, Fibra cruda, Fibra detergente neutro, Fibra detergente ácido, Lignina, Celulosa y Hemicelulosa, Digestibilidad ([García-Cervantes et al., 2023](#)).

Para la determinación de proteína existen diversos métodos para su obtención como Espectroscopia UV, índice de refracción, ensayos colorimétricos como Bradford, Lowry, Biuret, entre los más usados se encuentra el método de Kjeldahl ([Abyntek, 2023](#); [AOAC, 1990](#)). A sí mismo, para la determinación de lípidos o

extracto etéreo existen diversos métodos como el método Soxhlet utilizando solventes orgánicos como el éter, o metodo Goldfish ([AOAC, 1990](#)).

A su vez, los métodos de identificación de fibras en los forrajes pueden ser determinados dependiendo del equipo y lo que se desee obtener, existe el método Ankom® o las técnicas de Van Soest, con estas técnicas podemos obtener fibra cruda, fibra detergente acino, fibra detergente neutro, lignina, celulosa y hemicelulosa ([Valdés-Restrepo *et al.*, 2023](#); [Teresinha-Berchielli *et al.*, 2001](#)).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rancho ganadero experimental Los Ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en el municipio de Saltillo, Coahuila, México. Entre las coordenadas 26° 06' latitud norte y 101° 06' longitud oeste. La altitud es de 2100 m en los valles y 2400 en áreas de los cerros (Figura 1). Cuenta con un clima semiárido con lluvias en verano y una precipitación invernal (Figura 2).

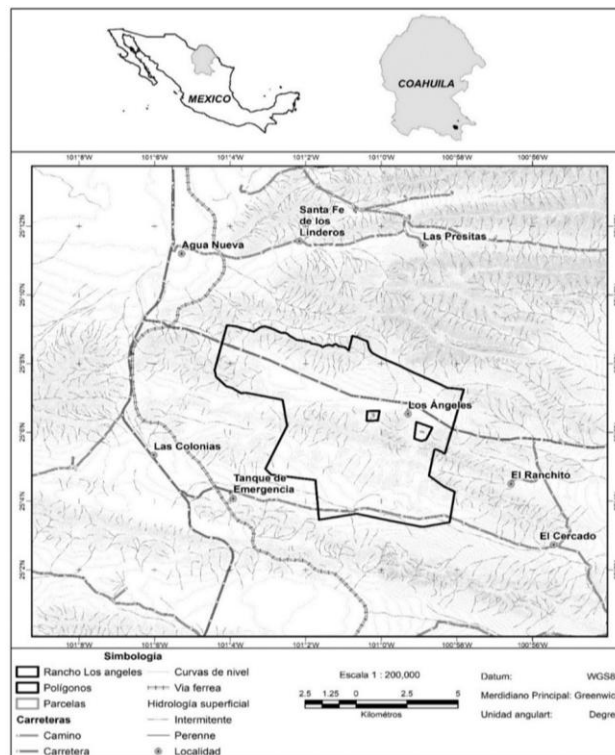


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio Rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, Saltillo, Coahuila, México ([Arévalo et al., 2021](#)).

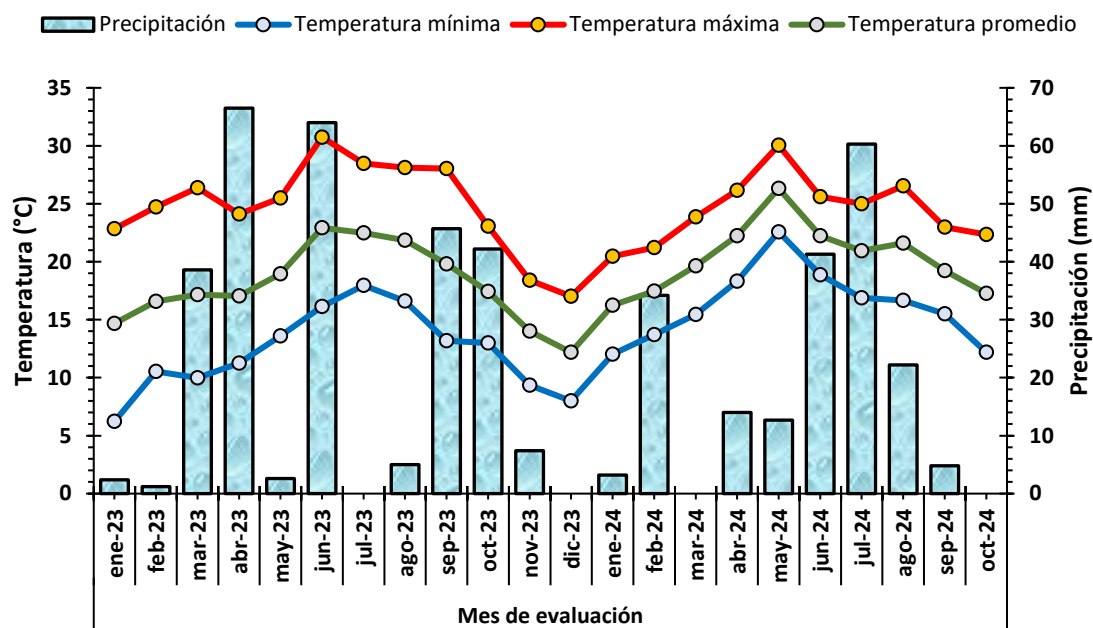


Figura 2. Temperatura media y precipitación durante el periodo de evaluación en el Rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, Saltillo, Coahuila, México.

3.1. Diseño Experimental

3.1.1. Metodología experimental

El periodo experimental se realizó de enero 2023 a octubre 2024 en un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) de 54.6 ha⁻¹, el cual fue apacentado mediante un sistema intensivo no selectivo (PINS), con una carga animal de 350 UA ha⁻¹, con dos a tres días de ocupación a disponibilidad de forraje. Se apacentaron tres parcelas (repeticiones) de 10 x 60 m (600 m²) a inicios de las estaciones de invierno, primavera y verano.

3.2. Variables Productivas

3.2.1. Curva de acumulación estacional de materia seca y componentes morfológicos

Se estimó el rendimiento de materia seca, en cada parcela experimental, durante 18 meses posterior a un PINS a inicios de las estaciones invierno, primavera y verano, para ello se recolectó el rebrote de cuatro individuos de *A. clandestina* por repetición. De esta manera se obtuvo una submuestra de aproximadamente el 10 % y se descompuso en sus componentes morfológicos, hoja, tallo, material muerto e inflorescencia, los que estuvieron presente. Posteriormente, se colocó en bolsas de papel etiquetadas, y se sometieron a un proceso de deshidratación en estufa de aire comprimido, a temperatura de 60 °C durante 48 h, a peso constante. Una vez terminado el secado, se determinó el peso de la materia seca, para establecer la productividad por unidad de superficie (kg MS ha⁻¹) y por componente ([Camacho-García y García-Muñíz, 2003](#)).

3.2.2. Altura de planta (AP)

Para estimar el promedio de la altura de planta de *A. clandestina* en cada repetición, se tomaron al azar 12 lecturas, por repetición. Para ello, se utilizó un flexómetro, el cual se colocó al azar en cada parcela, de forma que la parte inferior del reglado (0 cm) quedó a nivel del suelo ([Camacho-García y García-Muñíz, 2003](#)).

3.2.3. Relación:hoja/tallo

Siguiendo la metodología de materia seca, posterior al deshidratado y la toma del 10 % se tomaron 10 muestras del material cosechado por repetición del resto en donde se pesó la hoja y tallo de forma separada para comparar los componentes,

realizando la división de hoja sobre el tallo para conocer la relación que había entre ellos (Araya-Mora y Boschini-Figueroa, 2005).

3.3. Perfil Nutricional

3.3.1. Humedad

Se colocaron 5 g de muestra en crisoles de porcelana de peso conocido y se llevaron a secar en una estufa a temperatura de 70 °C hasta obtener un peso constante y se determinó a través de la siguiente formula.

$$MST (\%) = \frac{MS-PC}{mL} * 100$$

Donde:

MS = Peso crisol con materia seca

PC = Peso crisol

mL/g = Peso de muestra inicial

El porcentaje de humedad se obtuvo por diferencia en base a la materia seca total, a través del siguiente cálculo ([Rodriguez-Mora et al., 2023](#)).

$$H (\%) = 100 - \%MST$$

3.3.2. Cenizas

Se llevó a peso constante un crisol de porcelana, perfectamente limpio, se introduciéndolo en una mufla a 550 °C ± 25°C aproximadamente, durante una hora; posteriormente se extrajo y se introdujo a una estufa a 125°C ± 5 °C, durante 15 minutos. Se colocó en un desecador y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, para así determinar el peso en una balanza analítica con aproximación de mg, se colocó una muestra representativa previamente secada,

para incinerarla utilizando una mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, durante una hora; se pasó a extraer el crisol de la mufla y se introdujo a una estufa a $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante al menos 15 minutos. Para pasar el crisol al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Finalmente se determinó el peso del crisol y de la muestra calcinada en balanza analítica con aproximación de miligramos, registrando así el valor [\(Araya-Mora y Boschini-Figueroa, 2005\)](#).

3.3.3. Minerales

Se llevó a cabo por espectrofotometría de rayos X, con la muestra seca y triturada, colocándola así en el espectrómetro de rayos X Epsilon 1 ILS.

3.3.4. Proteína cruda

Se realizó mediante el método de Kjeldahl (AOAC 7.031) basada en la determinación del contenido de nitrógeno, donde se pesaron 0.2 g de muestra y se colocó en tubo de vidrio con 2.65 g de mezcla digestora y 10 mL de H_2SO_4 concentrado y se llevó al digestor por 4 horas ($360\text{ }^{\circ}\text{C}$), hasta llegar a un color verde menta. Para realizar la destilación se agregaron 10 mL de agua destilada y 40 mL de NaOH al 36 %. La mezcla se destiló en equipo Kjeldahl recuperando 50 ml del destilado en un matraz Erlenmeyer con 50 mL de ácido bórico al 4 % con indicadores de colorante mixto (verde de bromocresol y rojo de metilo). El destilado se tituló con H_2SO_4 0.05 N y se registró la cantidad de ácido necesario hasta obtener un viraje de color verde a rosa. Se calculó el porcentaje de N y proteína en la muestra a partir de las fórmulas:

$$\text{N (\%)} = \frac{(V - V.B.) (6.25 \cdot 0.05)}{g}$$

Donde:

N (%) = porcentaje de nitrógeno (N₂)

V = ml de H_2SO_4 utilizados para titular la muestra

V.B. = Volumen del blanco utilizado
6.25 = equivalente de nitrógeno (N₂)
0.05 = Normalidad del H₂SO₄
g= gramos de muestra utilizada

3.3.5. Digestibilidad

El proceso de digestibilidad se llevó a cabo mediante el método de [Tilley y Terry \(1963\)](#) la cual consiste en el uso del líquido ruminal para llevar a cabo a la digestión del material vegetal. En donde el material vegetal se colocó en un tubo de ensaye con 40 mL de la solución tampón, seguido de 10 mL del líquido ruminal colado, se agito y se gasificó con CO₂, de esta mezcla se añadieron 50 mL a cada tubo. Después de sellarlos, los tubos se incubaron a 38°C en oscuridad durante 72 horas con agitación. Cada residuo se transfirió con un poco de agua a un vaso de vidrio tarado y se secaron a 100°C hasta obtener un peso constante. Se calculó el peso seco del residuo. A partir de esto, la digestibilidad se calculó como el peso del material digerible.

3.3.6. Extracto etéreo (EE)

Se utilizó un equipo FatExtractor E-500, iniciando por el pesado de 5 g de muestra, colocándola en papel filtro, el cual se dobló adecuadamente y se colocó dentro del equipo de extracción de grasa. Se colocó el vaso de extracción estándar previamente pesado y se agregó hexano. La muestra pasó por un proceso de sifoneo durante 4 h continuas a 100 °C y posteriormente se retiró el solvente. Una vez el vaso de extracción contuvo solo la grasa se dejó secar en estufa a 100 °C por 24 h y se pesó en balanza analítica (AOAC 7.055). Para cuantificar el contenido de grasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$EE (\%) = (\text{Peso de matraz con grasa} - \frac{\text{Peso de matraz}}{\text{g de muestra}}) * 100$$

3.3.7. Fibra cruda

Se colocó la muestra en bolsas Ankom® selladas, posteriormente se introdujeron en éter de petróleo durante 15 minutos, la muestra se colocó en el equipo Ankom Fiber Analyzer® donde se digirió con ácido sulfúrico al 2.55 N durante 40 minutos a 100 °C. Pasado este tiempo se realizó un enjuague con agua destilada a 100 °C durante 15 minutos. Finalmente, se volvió a digerir con hidróxido de sodio al 0.313 N durante 40 minutos a 100°C, una vez digerido se realizó un enjuague con agua a 100°C durante 15 minutos. Se realizó un último enjuague en acetona para cortar la digestión, finalmente se colocaron las muestras en una estufa durante 24 h a peso constante ([Valdés-Restrepo et al., 2023](#)).

3.3.8. Análisis de fibras

Los análisis de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido se realizaron mediante la metodología ([Teresinha-Berchielli et al., 2001](#)).

3.3.8.1. Fibra detergente ácido (FDA)

Se colocaron la muestra en bolsas Ankom® y sellaron con calor, se pasó a colocar las muestras en el equipo Ankom Fiber Analyzer® junto con una solución ácido detergente durante 1 h a 90 °C, posteriormente se realizó un enjuague con agua destilada a 70 °C durante 15 minutos. Finalmente, se realizó un enjuague con acetona para cortar la digestión para posteriormente colocar las muestras en una estufa durante 24 h a 60 °C a peso constante.

3.3.8.2. Fibra detergente neutro (FDN)

Se colocó la muestra en bolsas Ankom® y sellaron con calor, las muestras se colocaron en el equipo Ankom Fiber Analyzer® junto con una solución neutro

detergente durante 1 h a 90 °C, posteriormente se realizó un enjuague con agua destilada a 70 °C durante 15 minutos. Finalmente, se realizó un enjuague con acetona para cortar la digestión para posteriormente colocar las muestras en una estufa durante 24 h a 60 °C a peso constante.

3.3.8.3. Celulosa

Ésta se determina mediante la siguiente formula ([Valdés-Restrepo et al., 2023](#)):

$$\text{Celulosa} = \text{FDA-LDA}$$

Dónde:

FDA: Fibra detergente ácido

LDA: Lignina detergente ácido

3.3.8.4. Hemicelulosa

Ésta se determina mediante la siguiente formula ([Valdés-Restrepo et al., 2023](#)):

$$\text{Hemicelulosa} = \text{FDN-FDA}$$

Dónde:

FDN: Fibra detergente neutro

FDA: Fibra detergente ácido

3.4. Análisis estadístico

Para las variables agronómicas y el perfil nutricional se realizó un análisis de varianza con el software JMP 14 Pro®, además de una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$), así mismo una comparación de cuadros medios y la interacción entre estos y una comparación de medias de los factores evaluados con los dos factores de estudios ($p < 0.05$).

4. RESULTADOS

4.1. Variables Productivas

Se presentaron diferencias significativas entre los principales factores evaluados y su interacción ($p < 0.05$; Cuadro 1). El rendimiento de materia seca (RMS), altura de planta (AP) y relación:hoja/tallo (R:H/T), mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para los factores; estación (E), meses después de rebrote (MDR) y su interacción (E x MDR). En el Cuadro 2, se muestra la comparación de medias de los factores principales. Para el factor estación, sobresalió una máxima tasa de crecimiento en el pastoreo realizado en el mes de marzo (primavera) y julio (verano) con 1,214 kg MS ha⁻¹ y 1,224 kg MS ha⁻¹, con una máxima altura de 23 cm y 25 cm respectivamente. Sin embargo, el pastoreo realizado en verano obtuvo una mayor R:H/T con 3.5, pero sin registrar diferencia estadística con invierno y primavera ($p > 0.05$). Por otra parte, para los meses después de rebrote, se observó un mayor rendimiento de materia seca a los 18 MDR ($p < 0.05$), con un valor de 2,228 kg MS ha⁻¹. A sí mismo, la mayor altura de planta (AP) se registró en el dieciochoavo mes de rebrote con 34 cm, contrastando con la R:H/T, donde el valor máximo registrado fue al noveno mes con 6.0 sin embargo, en esta característica no se registran diferencias significativas a lo largo del estudio ($p < 0.05$).

Cuadro 1. Cuadrados medios de la evaluación estacional a diferentes meses después de rebrote (MDR), en zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo con alta carga animal.

Fuentes de variación	GL	RMS	AP (cm)	R:H/T
Pastoreo	2	6522403.50*	570.60*	14.13*
MDR	17	5649271.00*	254.52*	7.81*
Pastoreo x MDR	34	557324.38*	53.18*	11.40*
CV (%)		1	0.3	1

CV: coeficiente de variación, GL: grados de libertad, RMS: Rendimiento de materia seca, R:H/T: relación:hoja/tallo, AP: altura de planta, MDR: Meses después de rebrote, * diferencia significativa ($p \leq 0.001$).

Cuadro 2. Comparación de medias de los factores evaluados a diferentes meses después de rebrote (MDR), en zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo con alta carga animal.

Factor de estudio	RMS		AP		R:H/T	
	(Kg MS ha ⁻¹)		(cm)			
	Estación					
Invierno	590	b	19	b	3.1	a
Primavera	1214	a	23	a	2.5	a
Verano	1224	a	25	a	3.5	a
	Meses después de rebrote (MDR)					
1	32	e	10	c	2	a
2	80	de	17	bc	2	a
3	98	de	20	abc	4	a
4	171	de	20	abc	2	a
5	253	cde	21	abc	3	a
6	372	bcde	22	abc	3	a
7	230	bcde	23	abc	3	a
8	466	bcde	22	abc	3	a
9	642	abcde	21	abc	6	a
10	994	abcde	22	abc	4	a
11	1196	abcde	19	abc	4	a
12	1346	abcde	20	abc	4	a
13	1793	abcd	22	abc	3	a
14	2029	ab	21	abc	3	a
15	1934	abc	24	abc	3	a
16	2097	ab	27	ab	3	a
17	2008	ab	33	ab	3	a

Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05) RMS: Rendimiento de materia seca, R:H/T: Relación: hoja/tallo, AP: altura de planta.

4.1.1. Rendimiento de materia seca (RMS) y componentes morfológicos

Los resultados obtenidos en el rendimiento de materia seca y la composición morfológica, posterior a un apacentamiento realizado a principios de las estaciones de invierno, primavera y verano, se muestran en los Cuadros 3, 4 y 5 respectivamente. Se observó un incremento significativo en los componentes del rendimiento del zacate picoso ($p < 0.05$) a mayor edad de rebrote, siendo la hoja el componente dominante a lo largo del periodo de evaluación.

En el Cuadro 3, se muestran los resultados obtenidos en las evaluaciones en un periodo de 18 meses de rebrote de un apacentamiento realizado a inicios de invierno, donde se registró como punto máximo de acumulación de materia seca a los 16 MDR con $1,880 \text{ kg ha}^{-1}$, teniendo así un crecimiento exponencial en contraste al primer mes donde se obtuvieron 3 kg ha^{-1} ($p < 0.05$). Sin embargo, entre los 17 y 18 MDR se presentó un descenso con valores de $1,746$ y $1,790 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, sin embargo, no muestran diferencia significativa entre estos meses ($p < 0.05$). Así mismo, los datos de mayor producción de hoja coinciden con el tiempo donde mayor biomasa acumulada registrada, siendo al 16 MDR el que aportó $1,067.6 \text{ kg ha}^{-1}$ de hoja, para posteriormente presentar un declive. Así mismo, el componente tallo tuvo un comportamiento similar al de la hoja, donde posterior al apacentamiento realizado en invierno, se obtuvo la mayor producción a los 16 MDR con 453.0 kg ha^{-1} , sin tener diferencias estadísticas con el 17 y 18 MDR los cuales obtuvieron valores de 436.6 y 350.3 kg ha^{-1} respectivamente. Para materia muerta el incremento viene posterior a la mayor acumulación de hoja encontrada, es así que para este tratamiento donde se encontró la mayor cantidad de materia muerta fue al 17 y 18 MDR con 322.9 y

419.8 kg ha⁻¹, respectivamente. Finalmente, la máxima inflorescencia se registró en el 16 y 17 MDR, siendo el dieciseisavo mes donde se encontró la mayor cantidad con 19.9 kg ha⁻¹, teniendo una diferencia estadística con el diecisieteavo mes de evaluación.

En el apacentamiento realizado en primavera (Cuadro 4), el valor más alto fue a los 14 MDR con 3,320 kg ha⁻¹, teniendo un incremento significativo desde el primer mes de rebrote donde se reporta un valor de 15 kg ha⁻¹, sin embargo, a partir del 15 MDR se observa un declive ($p < 0.05$). En cuanto a la composición morfológica, la mayor producción de hoja se obtuvo a los 13 MDR con 1,533.3 kg ha⁻¹, con un declive en su producción ($p < 0.05$). Similarmente, el tallo registró una mayor cantidad de tallo a los 14 MDR con 934.6 kg ha⁻¹, con un descenso en los próximos meses ($p < 0.05$). Para la materia muerta el punto máximo se presentó al 14 MDR con 934.6 kg ha⁻¹. Finalmente, la mayor cantidad de inflorescencia se registró a los 14 MDR con 115.2 kg ha⁻¹, sin embargo, en este tratamiento no se encontraron diferencias significativas para este componente ($p < 0.05$).

Para el apacentamiento realizado en verano (Cuadro 5), se observó un incremento en la biomasa a los 10 MDR, sin cambios significativos ($p < 0.05$) hasta los 18 MDR. Dentro de este rango de meses de rebrote, el mes donde se refleja una mayor acumulación de biomasa es a los 16 MDR con 2,369 kg ha⁻¹, con un declive en la producción a los 18 MDR con 1,924 kg ha⁻¹. No obstante, desde el primer mes de rebrote hubo un incremento significativo con solo 80 kg ha⁻¹. La mayor producción de hoja se obtuvo al 10, 16 y 18 MDR con 1,192.8, 1080.0, 1217.3 kg ha⁻¹, respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales ($p < 0.05$), posterior al 11 MDR se registró un descenso en su producción hasta los 16 MDR. Así mismo, donde se obtuvo la mayor cantidad de tallo fue a los 12 MDR con 612.0 kg ha⁻¹, con un descenso en la producción en los siguientes meses de rebrote ($p < 0.05$). A su vez, a los 13 MDR fue cuando se presentó la mayor cantidad de materia muerta con 802.3 kg ha⁻¹. Finalmente, la mayor

acumulación de inflorescencia se obtuvo al 15 y 17 MDR con 52.8 y 48.5 kg ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca y Composición morfológica (kg MS ha⁻¹) del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero (invierno).

MDR	RMS	Hoja	Tallo	MM	Inflorescencia
1	3 e	1.6 f	1.0 b	0.02 c	0.0 b
2	3 e	2.0 f	1.0 b	0.04 c	0.0 b
3	4 e	2.6 f	1.0 b	0.1 c	0.0 b
4	52 e	48.3 f	4.0 b	4.4 c	0.0 b
5	98 de	93.6 ef	7.0 b	8.7 c	0.0 b
6	146 de	139.0 def	10.3 b	13.0 c	0.0 b
7	169 de	162.0 def	11.6 b	15.1 c	0.0 b
8	193 de	184.6 def	13.3 b	17.3 c	0.0 b
9	318 cde	273.3 def	20.6 b	90.6 c	0.0 b
10	405 bcde	275.6 def	35.3 b	50.9 c	0.0 b
11	554 bcde	342.3 def	22.6 b	122.1 bc	0.0 b
12	587 bcde	397.3 cdef	26.3 b	90.1 c	0.0 b
13	741 bcd	513.6 bcde	10.6 b	126.7 bc	0.0 b
14	902 bc	526.3 bcd	31.6 b	278.7 ab	0.0 b
15	1,038 b	778.0 abc	63.0 b	123.7 bc	0.0 b
16	1,880 a	1,067.6 a	453.0 a	271.4 ab	19.9 a
17	1,746 a	911.3 ab	463.6 a	322.9 a	6.5 b
18	1,790 a	852.3 ab	350.3 a	419.8 a	0.0 b
Promedio	590	365 A	83 AB	109 B	1 C

Letras minúsculas: Comparación vertical de medias prueba tukey (p<0.05) donde meses con la misma literal son estadísticamente iguales, Letras mayúsculas: Comparación horizontal medias de componentes prueba tukey (p<0.05) donde componentes con misma literal son estadísticamente iguales; Rendimiento de materia seca (RMS), Meses después de rebrote (MDR), Materia muerta (MM).

Cuadro 4. Rendimiento de materia seca y Composición morfológica (kg MS ha⁻¹) del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de marzo (primavera).

MDR	RMS		Hoja		Tallo		MM		Inflorescencia	
1	15	h	9.0	g	4.3	e	1.0	d	0.0	a
2	26	h	14.0	g	9.3	e	1.6	d	0.0	a
3	33	h	18.0	g	15.3	e	5.3	d	0.0	a
4	136	gh	46.0	g	9.6	e	6.6	d	0.0	a
5	239	gh	283.6	g	15.0	e	31.0	d	0.0	a
6	484	fgh	452.0	defg	78.6	de	91.3	d	0.0	a
7	474	fgh	369.0	efg	36.6	e	71.6	d	0.0	a
8	506	fgh	426.3	defg	11.6	e	109.3	d	0.0	a
9	784	fgh	522.6	defg	77.0	de	174.0	de	0.0	a
10	828	fgh	749.6	def	11.3	e	208.0	cd	0.0	a
11	1,126	efg	919.6	bcde	18.0	e	219.3	cd	0.0	a
12	1,265	def	867.0	cde	114.3	de	170.3	cd	0.0	a
13	2,581	abc	1,533.3	a	649.0	ab	273.6	cd	13.1	a
14	3,320	a	1,494.3	ab	961.3	a	934.6	a	115.2	a
15	2,931	ab	1,406.4	abc	508.6	bc	829.3	ab	0.0	a
16	2,223	bcd	998.3	abcd	416.0	bcd	539.6	bc	5.0	a
17	1,909	cde	820.3	def	225.6	cde	559.6	abc	0.0	a
18	1,907	cde	909.6	cde	321.3	bcde	549.6	abc	12.2	a
Promedio	1,155		365	A	149	B	265	B	8	C

Letras minúsculas: Comparación vertical de medias prueba tukey ($p < 0.05$) donde meses con la misma literal son estadísticamente iguales, Letras mayúsculas: Comparación horizontal medias de componentes prueba tukey ($p < 0.05$) donde componentes con misma literal son estadísticamente iguales; Rendimiento de materia seca (RMS), Meses después de rebrote (MDR), Materia muerta (MM).

Cuadro 5. Rendimiento de materia seca y Composición morfológica (kg MS ha⁻¹) del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de julio (verano).

MDR	RMS		Hoja		Tallo		MM		Inflorescencia	
1	80	b	38.6	d	11.3	f	5.3	g	0.0	b

2	213	b	65.3	d	17.3	f	1.3	g	0.0	b
3	257	b	88.6	d	11.3	f	6.6	g	0.0	b
4	327	b	254.0	d	30.0	f	128.0	fg	0.0	b
5	421	b	254.2	d	9.0	f	126.0	fg	0.0	b
6	485	b	412.6	cd	18.0	de	51.6	fg	0.0	b
7	646	b	546.6	bcd	8.3	e	84.0	fg	0.0	b
8	700	b	460.6	cd	50.0	ef	136.6	fg	0.0	b
9	823	b	440.6	cd	84.6	def	223.0	defg	0.0	b
10	1,749	a	1,192.8	a	227.6	cdef	176.0	efg	0.0	b
11	1,909	a	887.6	ab	555.3	ab	295.0	cdefg	25.0	ab
12	2,187	a	940.3	ab	612.0	a	484.3	abcde	0.0	b
13	2,057	a	788.0	abc	424.6	abc	802.3	a	0.0	b
14	1,865	a	235.0	cde	321.3	bcd	522.0	abcd	0.0	b
15	1,832	a	990.6	ab	229.3	bcde	535.0	bcdef	52.8	a
16	2,187	a	1,080.0	a	369.3	abc	635.0	ab	40.0	ab
17	2,369	a	1,050.0	ab	431.0	abc	599.6	abc	48.5	a
18	1,924	a	1,217.3	a	356.6	abc	538.0	ab	34.9	ab
Promedio	1,224		658	A	213	B	293	B	11	C

Letras minúsculas: Comparación vertical de medias prueba tukey ($p<0.05$) donde meses con la misma literal son estadísticamente iguales, Letras mayúsculas: Comparación horizontal medias de componentes prueba tukey ($p<0.05$) donde componentes con misma literal son estadísticamente iguales; Rendimiento de materia seca (RMS), Meses después de rebrote (MDR), Materia muerta (MM).

4.1.2. Altura de planta

Los resultados obtenidos para la altura de planta se muestran en la Figura 3, la cual muestra un incremento a lo largo del periodo de evaluación, siendo que, durante el tiempo de evaluación, el comportamiento de la altura de planta para un pastoreo realizado en invierno, mostró un incremento significativo para los primeros cuatro meses de rebrote ($p<0.05$) Posteriormente a esta edad de la planta, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$), sin embargo, se pudo observar que a los 16 MDR una mayor altura de 22 cm, más no significativa con los meses anteriores ($p>0.05$). Por otra parte, para un

pastoreo con alta carga animal realizado en el mes de marzo, se registró un crecimiento constante de la planta durante todo el tiempo de evaluación ($p<0.05$), donde a los 18 MDR se presentó la mayor altura de planta con 43 cm. A su vez, el pastoreo realizado en julio, se registró una altura máxima a los 17 MDR con 44 cm, donde posteriormente tuvo un pequeño declive siendo esta estadísticamente significativa ($p<0.05$).

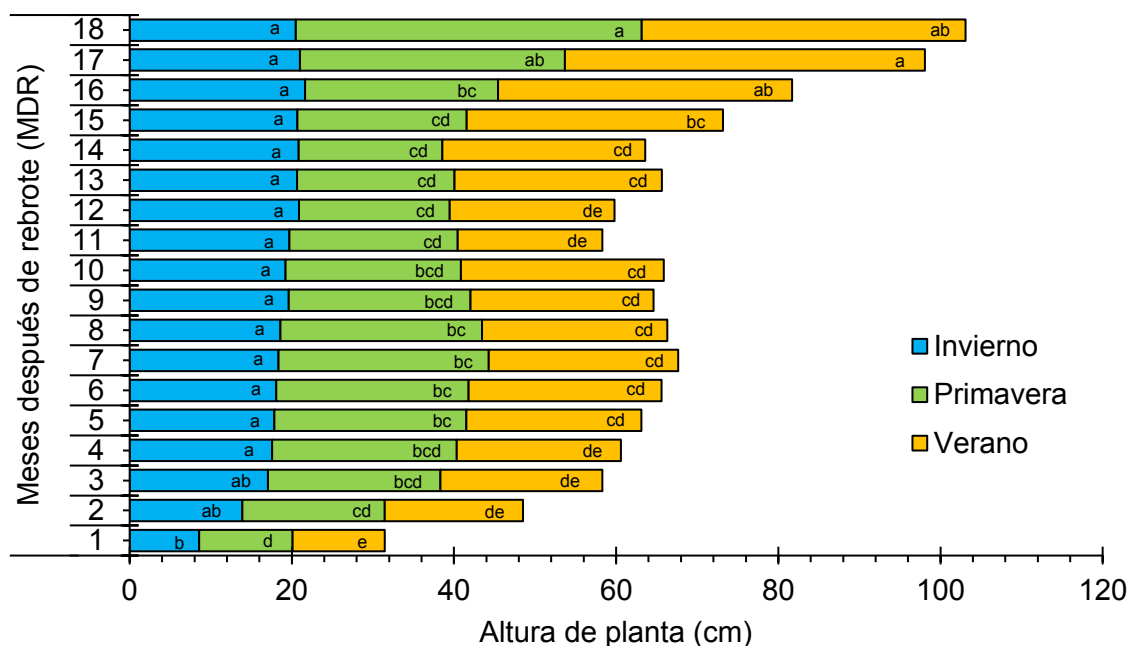


Figura 3. Altura de planta (cm) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero, marzo y julio. Distinta literal entre meses de rebrote del mismo tratamiento son diferentes estadísticamente (Tukey; $p<0.05$).

4.1.3. Relacion:Hoja/Tallo

Durante el periodo de evaluación, la relación: hoja/tallo a meses después del rebrote, se presenta en la Figura 4, para un pastoreo bajo condiciones de invierno, primavera y verano. Se observó que, para el caso de un pastoreo realizado en invierno, existe un incremento al doceavo mes de rebrote con un

valor de 7.2, posteriormente se registró un descenso significativo hasta el final del estudio ($p<0.05$), a diferencia del tercer mes de rebrote con un mínimo valor de 0.5, el resto siempre fue superior a 1.0, lo que indica que la hoja superó en peso al tallo, en la mayoría de los días de rebrote evaluados. Para un pastoreo en primavera, se presentaron oscilaciones importantes con poca variabilidad estadística, respecto a invierno. A los 9 MDR se observó la mayor relación con un valor de 4.0, lo cual fue menor al obtenido en enero, donde se registró un valor máximo de 7.2. No obstante, aun siendo el mayor valor al noveno mes de rebrote, este no tuvo diferencias estadísticas con el resto de los meses evaluados ($p>0.05$), a excepción del tercer mes de rebrote con valor de 1.0 ($p<0.05$). Así mismo, para el pastoreo realizado en verano, se observó también una variabilidad a lo largo del periodo experimental. Al tercer y noveno mes de rebrote se registró la mayor relación con 9 y 10 R:H/T, respectivamente siendo estadísticamente significativas en comparación a los demás meses de evaluación ($p<0.05$).

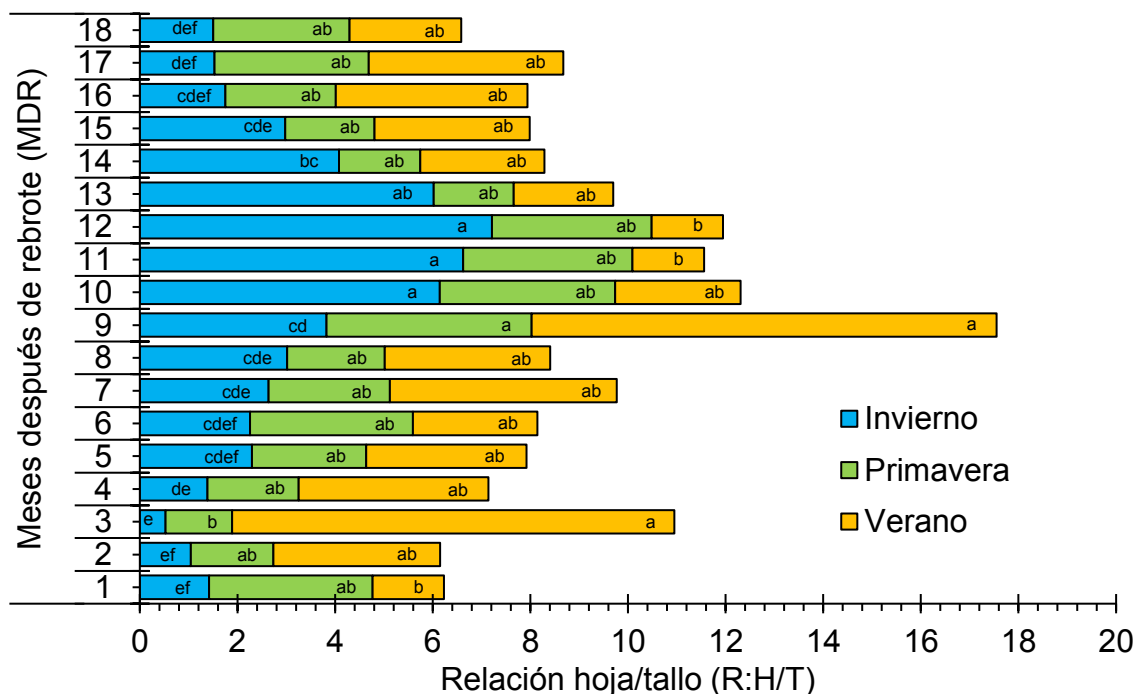


Figura 4. Relación:hoja/tallo mensual de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo no selectivo realizado en el mes de enero

(invierno), marzo (primavera) y julio (verano). Distinta literal entre meses de rebrote, son diferentes estadísticamente (Tukey; $p < 0.05$).

4.2. Perfil Nutricional

Los resultados obtenidos en un análisis bromatológico para obtener el perfil nutricional se muestran en el Cuadro 6. Se tomaron en cuenta los tres meses (28 días cada mes) de mayor rendimiento de materia seca (RMS) los cuales se homogenizaron. En invierno se tomaron a los 16, 17 y 18 meses de rebrote que correspondieron a marzo, abril y mayo del 2024, para primavera los meses 13, 14 y 15 los cuales corresponden al 5-abril, 3-mayo y 31-mayo de 2024, finalmente para verano se tomaron los meses 16, 17 y 18 los cuales corresponden a 05-sep, 03-oct, 31-oct de 2024.

La humedad como se muestra en el Cuadro 6, se pudo observar mayor cantidad en invierno y primavera con 7.15 y 6.88 % respectivamente, teniendo diferencia significativa con verano con un contenido de 4.92 % de humedad. Sin embargo, en verano se presentó la mayor cantidad de materia seca, fibra cruda y FDA, con valores de 95, 39 y 63 %, respectivamente, marcando diferencias con invierno y primavera ($p < 0.05$). La proteína fue mayor para invierno con 10.3 %, y menores para verano y primavera ($p < 0.05$). Para la hemicelulosa, invierno fue mayor con 22.7 %, pero solo teniendo diferencias significativas con verano con 18.1 % ($p < 0.05$). En el resto de los parámetros nutricionales no se presentaron diferencias estadísticas, los promedios de las estaciones para cada variable fueron: cenizas (10.2 %), extracto etéreo (2.6 %), digestibilidad (38.0 %), FDN (79.4%), lignina (45.4%) y celulosa (13.2 %). Lo cual se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Perfil nutricional en los tres meses después de rebrote (MDR) donde se encontró el mayor rendimiento de materia seca (RMS) de zacate picoso (A.

clandestina), posterior a un apacentamiento con alta carga animal realizado en condiciones de invierno, primavera y verano.

Variable	Estación del año			Valor P
	Invierno*	Primavera**	Verano***	
Humedad (%)	7.15 a	6.88 a	4.92 b	0.0006
Materia seca (%)	92.84 b	93.12 b	95.07 a	0.0006
Cenizas (%)	9.39 a	11.09 a	10.34 a	0.2622
Extracto etéreo (%)	2.83 a	2.36 a	2.79 a	0.0793
Proteína (%)	10.38 a	4.78 b	4.21 b	0.0023
Digestibilidad (%)	38.35 a	35.19 a	40.65 a	0.8052
Fibra cruda (%)	34.25 b	35.04 b	39.03 a	0.0010
FDA (%)	55.75 b	57.25 b	63.30 a	0.0102
FDN (%)	78.48 a	78.46 a	81.45 a	0.1312
Lignina (%)	41.43 a	44.66 a	50.49 a	0.1917
Celulosa (%)	14.41 a	12.58 a	12.82 a	0.9190
Hemicelulosa (%)	22.73 a	21.20 ab	18.15 b	0.0174

FDA: Fibra detergente ácido, FDN: Fibra detergente ácido, Comparación horizontal de medias prueba tukey ($p < 0.05$) donde análisis con la misma literal son estadísticamente iguales; *: meses tomados para análisis, 16, 17 y 18; **: meses tomados para análisis, 13, 14 y 15; ***: meses tomados para análisis, 16, 17 y 18.

En el Cuadro 7 se muestra el porcentaje de minerales que contenía cada mezcla del contenido de cenizas de cada tratamiento, comparando la cantidad de cada mineral entre estaciones, donde Na, Mg, S, Fe, Ni, I, Zn, Se y Cr no se mostró diferencias significativas entre cada estaciones evaluada, sin embargo los demás minerales presentes en el zacate si presentaron diferencia significativa entre las estaciones evaluadas, así mismo los minerales que mayor se encuentran en este zacate son K, Cr y I.

Cuadro 6. Porcentaje de minerales con respecto a cenizas en zacate picoso (*A. clandestina*), posterior a un apacentamiento con alta carga animal realizado en condiciones de invierno, primavera y verano.

Mineral	Estación de apacentamiento						
	Invierno*		Primavera**		Verano***		Promedio
Ca	1.94	b	2.52	a	2.06	b	2.17 BC
P	0.19	c	0.23	a	0.23	a	0.21 D
K	4.03	b	4.74	a	4.45	ab	4.40 A
Na	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0 D
Cl	0.55	b	0.66	a	0.64	a	0.61 CD
Mg	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0 D
S	0.30	a	0.37	a	0.31	a	0.32 D
Mn	0.06	b	0.08	a	0.05	b	0.06 D
Fe	0.09	a	0.14	a	0.11	a	0.11 D
Ni	0.00073	a	0.00045	a	0.00072	a	0.0006 D
Cu	0.0017	b	0.0023	a	0.0021	ab	0.0020 D
I	2.39	a	6.06	a	3.33	a	3.92 AB
Zn	0.004	a	0.004	a	0.005	a	0.004 D
Co	0.003	b	0.004	a	0.0035	ab	0.003 D
Mo	0.00045	b	0.00049	ab	0.00058	a	0.0005 D
Se	0.000063	a	0.000083	a	0.000072	a	0.00007 D
Cr	4.35	a	5.32	a	2.35	a	4.0 A

Letras minúsculas comparación horizontal de minerales entre estaciones tukey ($p < 0.05$), Letras mayúsculas comparación vertical entre medias de minerales prueba tukey ($p < 0.05$) donde estaciones con la misma literal son estadísticamente iguales; *: meses tomados para análisis, 16, 17 y 18; **: meses tomados para análisis, 13, 14 y 15; ***: meses tomados para análisis, 16, 17 y 18.

5. DISCUSIÓN

5.1. Variables Productivas

5.1.1. Rendimiento de materia seca y componentes morfológicos

Una mayor producción de materia seca en primavera y alcanzando más rápido su máxima acumulación de biomasa a los 14 MDR, respecto a invierno y verano se puede atribuir a las condiciones climáticas de la estación en que se pastoreó ya que, en el mes de abril-2023 se pudo apreciar que fue uno de los meses de mayor precipitación con 66.5 mm (Figura 2), lo cual benefició un pronto y vigoroso rebrote. Según [Cruz-Hernández et al. \(2011\)](#) mencionan que las condiciones edáficas y climáticas pueden favorecer el rebrote y crecimiento de las plantas. Así mismo, [Castro-Rivera et al. \(2013\)](#) especifican que el desarrollo de forrajes varían en función de las condiciones del clima. En contraste, en invierno la precipitación fue solo de 2.4 mm y para verano hubo nula precipitación, por lo que la especie en cuestión, para un inicio de rebrote no conto con todas las condiciones favorables para el desarrollo de sus componentes, lo que influyó que su máxima acumulación de biomasa se prolongará hasta los 16, 17 o 18 MDR, con una producción de 1,880 y 2,369 kg ha⁻¹ respectivamente.

Un reporte realizado por [Juanes-Márquez \(2021\)](#) mencionan que el zacate picoso tuvo una respuesta ante un corte manual y la aplicación de herbicida menores a los obtenidos en este estudio. Obtuvo valores de rendimiento de 1,440 kg MS ha⁻¹ al onceavo mes de rebrote, posterior a un corte manual realizado en verano, y por ende un valor más bajo en comparación al punto máximo de producción tanto de este como de los otros dos eventos de pastoreo. Lo anterior, se puede atribuir a que el apacentamiento con ganado, se presenta un mayor desarrollo del zacate en comparación al corte manual, ya que, mejora la renovación y producción del zacate con el pisoteo, excretas, orina, remoción de semillas, minerales y efectos

indirectos con las poblaciones de microorganismos del suelo ([Lizarazo-Ortega et al., 2024](#)).

Los datos de mayor producción de hoja coinciden con el tiempo donde se registró la mayor producción de materia seca.

A su vez, para un apacentamiento realizado en primavera (Cuadro 4), la mayor producción de hoja se obtuvo al 13 MDR, en donde si se presentó la mayor aparición de tallos y de material muerto, es así que a estos componentes se les puede atribuir el incremento de la acumulación total de biomasa.

Finalmente, para el apacentamiento realizado en verano (Cuadro 5), la mayor acumulación de hoja no coincide con la mayor producción de biomasa total siendo que esta se alcanzó hasta el 17 MDR, sin embargo, en el noveno mes de rebrote (febrero-24) hubo una precipitación de 34.2 mm (Figura 2), lo cual pudo ocasionar un crecimiento en el desarrollo de hojas lo cual se refleja al siguiente mes (10 MDR) donde se presentó la mayor cantidad de hoja, así mismo, en agosto y septiembre existió una precipitación de 22.2 y 4.8 mm respectivamente (Figura 2) es por ello que existieron condiciones en las que el zacate se estuvo desarrollando.

Sin embargo, en los tres tratamientos el comportamiento es similar en cuanto a la producción de materia muerta, donde posterior a la máxima producción de hoja empieza un descenso en su desarrollo y un aumento en la producción de material muerto. Existen reportes en donde mencionan que una vez alcanzado la máxima producción de hoja esta empieza a bajar debido a la senescencia de sus hojas ya sea por auto sombreado o por el fin del ciclo de vida de la hoja, así como una pérdida en la actividad fotosintética lo que puede provocar la muerte de los tejidos por condiciones ambientales o de manejo y no por la edad o el ciclo de vida que tenga ([Azumi & Watanabe, 1991](#); [Calzada-Marín et al., 2014](#)).

[Kramberger et al. \(2014\)](#) menciona que, un factor determinante en la producción de biomasa en un pastizal son la precipitación y temperatura., lo cual es apoyado por [Wan et al. \(2015\)](#), ya que indica una correlación entre la producción de biomasa y las precipitaciones que ocurran en el lugar, así como la intensidad del apacentamiento que se le dé al pastizal, modifica la estructura del pasto, así como la diversidad de especies. [Zhang et al. \(2018\)](#) menciona que, un apacentamiento controlado puede incrementar la resistencia de las plantas hacia la sequía, debido a la elevada capacidad fotosintética, como lo es *A. clandestina*.

5.1.2. Altura de planta

La altura tiene una correlación con la producción de biomasa producida ([Rojas-García et al., 2021](#)) por lo que la altura puede ser un método indirecto para la estimación de forraje. Así mismo, va de la mano con los factores ambientales del lugar, como la precipitación, ya que ésta además de influir en el incremento de la biomasa, incrementa la altura de la planta, de aquí la relación estrecha entre altura y biomasa producida ([Mónaco et al., 2017](#); [Wilson-García et al., 2020](#)). Lo anterior se pudo observar de junio-24 a agosto-24, donde existió una gran precipitación, que ocasionó en primavera un gran incremento en su altura, lo que coincidió con los 15, 16, 17 y 18 MDR. Así mismo, para el apacentamiento realizado en verano se observó un incremento en la altura a partir del mes 14 al 18 de rebrote, de julio-septiembre 2024 donde se encontraron precipitaciones significativas.

Al respecto, [Juanes-Márquez \(2021\)](#) menciona que el pasto picoso llega a una altura máxima de 36.9 cm, posterior a un corte manual realizado en primavera, posterior a dos meses de rebrote, lo cual si se compara directamente con primavera bajo un pastoreo PINS, es menor ya que la altura máxima encontrada fue de 43.0 cm, sin embargo llevo más tiempo siendo que esta se encontró hasta los 18 meses de rebrote, por lo que el tiempo de descanso también juega un papel importante en el desarrollo del zacate, como menciona [Arévalo et al.](#)

(2021), quien reporta una altura promedio de 50 cm posterior a un año de descanso. Así mismo, la altura presenta una gran variabilidad entre las estaciones, lo cual coincide con lo reportado por [\(Juanes-Márquez et al., 2022\)](#) ya que en su estudio también existió una variabilidad entre las estaciones evaluadas, siendo en su caso otoño donde se presentó más altura con 40.7 cm.

5.1.3. Relación:hoja/tallo

Los datos obtenidos son mejores en contraste a los obtenidos por otros autores con especies que se desarrollan en condiciones climáticas favorables al desarrollo de los zacates como lo obtenido por [Calzada-Marín et al. \(2014\)](#) quienes registran una relación máxima de 1.5 en pasto maralfalfa o por [Araya-Mora y Boschini-Figueroa \(2005\)](#) obteniendo una relación máxima de 2.6 en *Pennisetum purpureum* donde menciona que la especie se vio favorecida por un pastoreo intensivo independientemente de la estación en que se apacentó. A sí mismo, [Perozo-Bravo et al. \(2009\)](#), menciona que en un pastoreo de alta intensidad la relación:hoja/tallo se vio afectado en donde paso de tener una relación de 0.24 a 0.20 donde la presión del pastoreo puede ser el causante de esta reacción. [Maya-M et al. \(2005\)](#) menciona una relación:hoja/tallo de 1.97 en el pasto estrella en un estudio de corte manual con una frecuencia de 28 días dando así valores menores a los obtenidos en el presente estudio.

5.2. Perfil Nutricional

La mayor humedad presente en invierno, respecto a primavera y verano lo podemos atribuir a que los meses que incluyen estas estaciones, existió una menor precipitación (Figura 2), puesto que entre septiembre y octubre hubo 4.8 mm de precipitación, mientras que en los meses de marzo, abril y mayo los cuales fueron los meses de cosecha de los tratamientos de invierno y primavera, existió una precipitación de 26.7 mm, por lo que en estas estaciones las muestras tuvieron una mayor cantidad de humedad, como mencionan [Kunst et al. \(2015\)](#)

que el contenido de humedad se ve influenciado por variables climáticas, más precisamente por las precipitaciones.

Los resultados obtenidos en cenizas fueron altos al igual que en otras especies forrajeras como *Megathyrsus maximus* cv Tanzania, *Cenchrus ciliaris* L, *Ixophorus unisetus*, *Megathyrsus maximus* cv Guinea, donde se encontraron valores de 10.5, 9.6, 11.1 y 11.6 % respectivamente ([Sosa-Montes et al., 2022](#)) y superior al del pasto ovillo el cual hay reportes que mencionan una cantidad de 7.88 % ([Galoc et al., 2019](#)). El contenido de cenizas puede ser un indicador para el contenido de minerales bruto o para el contenido de materia orgánica ([Herrera et al., 2008](#)).

El contenido de extracto etéreo demuestra que no existe diferencia significativa entre estaciones, lo cual da a entender que no sufre modificaciones el zacate. Los valores fueron de 2.3 al 2.8 %, los cuales están por debajo de la media general de una gramínea la cual debe ser el 3 % ([Parsi et al., 2001](#)). Sin embargo, estos valores son mayores a los encontrados por [Vásquez et al. \(2004\)](#), en pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) quien reporta valores entre 0.56 y 2.46 %. En zacate como rye grass se obtuvieron valores de 5.3 % en época de sequía y 5.7 % en época seca los cuales son mayores a los obtenidos en el presente estudio, pero, con similitud estadística entre épocas, lo que indica que al ser cosechado en diferentes tiempos no existe una diferencia, en este componente a pesar de la temporada o el tiempo de descanso que sea cosechado. En el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), se manifiesta el mismo comportamiento, muestra variación entre lo cosechado en época de lluvias como en sequía ([Núñez-Arroyo et al., 2022](#)).

La proteína siendo mayor en invierno con 10.38 %, son valores que pudieron ser influenciados por factores climáticos como las precipitaciones (26.7 mm Figura 2), ya que en primavera existieron precipitaciones de 26.7 mm, más sin embargo la cosecha realizada en el mes de abril fue antes de las precipitaciones, es por

ello que solo tuvieron efecto las precipitaciones de mayo que fueron de 12.7 mm, presentadas entre el 15 y 24 de mayo. Es así que la precipitación solo afectó en el tercer corte de primavera, realizado el 31 de mayo y por ende aportó el mayor porcentaje de proteína. Finalmente, para un apacentamiento en verano los meses de corte para la mezcla fue en septiembre y octubre meses en los que solo existió precipitación en el mes de septiembre con 4.8 mm de lluvia (Figura 2). Al respecto, [Dios-León et al. \(2021\)](#) menciona que la proteína se ve influenciada por las condiciones climáticas, en específico por las precipitaciones y por la edad del forraje a diferentes días de rebrote. De acuerdo con [Parsi et al. \(2001\)](#) una planta más joven contiene mayor nivel de proteína, es por esto que el forraje cosechado en su curva máxima de acumulación de materia seca de invierno se puede considerar buena calidad para los rumiantes. [Alba-Avila \(2000\)](#) considera que un forraje con 7 % de proteína es un parámetro óptimo para el consumo y la nutrición además de favorecer el incremento de la flora microbiana del rumen.

En otras gramíneas como Mulato (*Brachiaria híbrido*) o Insurgente (*Brachiaria brizantha*) obtuvieron valores de proteína de 14.5 y 14.7 respectivamente, siendo superiores a los encontrados en el presente estudio [\(González-Muñoz et al., 2020\)](#). En pasto lobo (*Muhlenbergia phleoides* [Kunth] Columbus) obtuvieron un porcentaje de proteína máximo de 10.22 % posterior a dos años del establecimiento de las plantas lo cual son valores mayores y con un mayor tiempo de estudio [\(Márquez-Godoy et al., 2022\)](#).

Así mismo por la poca variación en la digestibilidad indica que la cantidad de alimento que digiere el animal, independiente de la estación de pastoreo, esta será similar en su aprovechamiento [\(González-García et al., 2017\)](#). En gramíneas como el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) la digestibilidad varió al tiempo de corte teniendo una máxima digestibilidad en verano a las 3 semanas de rebrote con una intensidad de corte de 3-5 cm, llegando a tener una digestibilidad del 74 %, sin embargo este es un tiempo mucho menor a lo evaluado en el presente estudio

por lo que la edad de la planta es un factor importante ya que la digestibilidad incrementa a menor edad de la planta ([Villareal-González et al., 2014](#)). Así mismo en *Brachiaria humidicola* cv Chetumal, la digestibilidad máxima se obtuvo a los 21 días de rebrote con un pastoreo severo con un 65 % de digestibilidad. [Lizarazo-Ortega et al. \(2024\)](#) reporta una digestibilidad de 50.6 % para zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) posterior a un pastoreo intenso con un 75 % de ocupación en condiciones secas.

Con los datos obtenidos se puede observar que *A. clandestina* presenta una baja digestibilidad en comparación con otros forrajes lo que se podría atribuir al tiempo en el que se está evaluando ya que la mayoría son cosechados en los primeros dos meses y en este estudio se evaluó a partir del 14 MDR para el tratamiento de primavera y a partir del 16 MDR para los tratamientos del apacentamiento realizado en invierno y primavera. Además, se observa en verano una mayor cantidad de FC, con un 39.03 %, con una diferencia de 4.77 % con invierno y 3.99 % con primavera. Esto indica que el 39.03 % es material vegetal prácticamente indigestible, y a mayor contenido menor será la cantidad de energía, por ende el consumo voluntario del animal se reduce ([Foss, 2018](#)). Sin embargo, la fibra puede ser la materia con la que el rumen produce ácido acético, que puede ser grasa láctea, pero la fibra puede depender del tiempo de recolección o madurez de la planta ([Fernández, 2012](#)).

Por ello, la baja digestibilidad está justificada por una alta cantidad de FDA y FDN, ya que, la FDA es un indicador de la digestibilidad que pueda tener así como la ingesta energética, e influenciar la capacidad para digerir el forraje por el animal, a medida que esta aumenta va reduciendo la digestibilidad del forraje ([Foss, 2018](#); [García-Cervantes et al., 2023](#)). Los valores de FDN se pueden considerar altos, según [Sosa-Montes et al. \(2022\)](#), no es recomendable para el consumo de rumiantes jóvenes que aún no tienen su rumen bien desarrollado, ya que, el bajo contenido de FDA y el alto contenido de FDN es indicio de alto contenido de hemicelulosa. [Valdés-Restrepo et al. \(2023\)](#) mencionan que, un elevado

contenido de FDN indica que el ganado tendrá un menor consumo voluntario debido al bajo contenido de contenidos celulares digeribles, el cual reduce el contenido de nutrientes. Es por ello que un alto contenido de FDN la ingesta de materia seca reduce ([García-Cervantes et al., 2023](#)) Por otra parte, la edad de la planta podría afectar el aumento de FDN debido a la maduración y desarrollo que está teniendo ([Rojas-García et al., 2024](#)). Un correcto nivel de FDN así como otros factores promueven una correcta masticación, rumia e insalivación ([Carrera et al., 2015](#)).

En especies como *Cenchrus ciliaris* se obtuvieron valores de 69.38 %, para *Aristida purpurea* 77.37 %, para *Pappophorum bicolor* 75.36 %, *Paspalum pubiflorum* 58.76 % ([Vásquez-Aguilar et al., 2024](#)), para *Dalea bicolor* (Willdenow) 63.59 % ([García-Cervantes et al., 2023](#)), mombaza (*Megathyrsus maximus*) 54.53 % ([Enríquez-Quiroz et al., 2024](#)) *Megathyrsus maximus* cv Tanzania 78.9 %, *Cenchrus ciliaris* L 77.2 %, *Ixophorus unisetus* 73.5 %, *Megathyrsus maximus* cv Guinea 74.8 % ([Sosa-Montes et al., 2022](#)). Siendo *Aristida purpurea*, *Pappophorum bicolor*, *Megathyrsus maximus* cv Tanzania, *Cenchrus ciliaris* L., *Megathyrsus maximus* cv Guinea similares a los datos obtenidos en el presente estudio.

La variabilidad estacional de la lignina no fue un motivo de cambio estadístico. Sin embargo, valores entre 41.34 a 50.49 %, indica una gran cantidad de materia lignificada, la lignina ayuda al crecimiento de las plantas al dar resistencia y ayuda al establecimiento de las plantas ([Márquez-Godoy et al., 2022](#)), sin embargo, al ser valores altos los niveles de celulosa y hemicelulosa pueden bajar lo cual bajaría el valor para nutrir a rumiantes así mismo la digestibilidad ([Parsi et al., 2001](#); [Valdés-Restrepo et al., 2023](#)). Estos valores son más altos incluso que ciertas leguminosas reportadas por ([Enríquez-Quiroz et al., 2024](#)) a pesar que las legumbres contienen usualmente mayor contenido. A medida que el forraje madura aumentan los carbohidratos estructurales y su lignificación ([Fernández, 2012](#)).

En gramíneas como el pasto lobero (*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus) la máxima cantidad de lignina reportada por [\(Márquez-Godoy et al., 2022\)](#) fue de 8.32 %. Así mismo, los valores del presente estudio fueron mayores a los reportados por [Álvarez-Holguín et al. \(2020\)](#) de cinco genotipos de *Bouteloua curtipendula* los cuales no fueron mayores a 3.41 %. A su vez [Vásquez-Aguilar et al. \(2024\)](#) reportan valores de 6.42 % para *Cenchrus ciliaris*, 9.98 % para *Aristida purpurea*, 9.47 para *Pappophorum bicolor* y 7.82 % para *Paspalum pubiflorum*, los cuales son valores mucho menores a los encontrados en el presente estudio.

De igual forma, los cambios no significativos en celulosa fueron valores bajos (promedio) ($P > 0.05$), la celulosa obtenida es baja tomando en cuenta que es uno de los principales componentes del material vegetal [\(Herrera-Camacho et al., 2018\)](#), ya que se encarga de regular el crecimiento de la planta siendo un polisacárido estructural usada por los rumiantes como fuente de energía [\(Márquez-Godoy et al., 2022\)](#).

No obstante, en gramíneas del noreste de México se encontraron valores para *Cenchrus ciliaris* 38.57 %, *Aristida purpurea* 44.48 %, *Pappophorum bicolor* 45.33 % y *Paspalum pubiflorum* 38.31 % [\(Vásquez-Aguilar et al., 2024\)](#). La mayor cantidad de celulosa encontrada por [Álvarez-Holguín et al. \(2020\)](#) en cuatro genotipos de *Bouteloua curtipendula* fue de 27.2 % para el genotipo Vaughn. Estos datos resultan elevados comparados a los obtenidos en el presente estudio lo que puede indicar que no cubre con las necesidades estructurales de los rumiantes, sin embargo, es más digestible que el resto de gramínea

La hemicelulosa fue mayor en invierno, esta tuvo una diferencia de con verano de 9.06 % y con primavera de 7.17 %. El contenido en la planta, toma relevancia ya que se encarga de darle rigidez, así mismo, aporta energía a los animales que la consumen en pastoreo, mientras este en un rango de 20-40 % [\(Márquez-Godoy et al., 2022\)](#). Es así que nuestros datos entran dentro de este rango. En

otras gramíneas se reportan valores de 24.38 % para *Cenchrus ciliaris*, 22.90 % para *Aristida purpurea*, 20.54 % para *Pappophorum bicolor* y 12.63 % para *Paspalum pubiflorum* reportado por [\(Vásquez-Aguilar et al., 2024\)](#). Así como, 31.0 % para *Bouteloua curtipendula* reportado por [\(Álvarez-Holguín et al., 2020\)](#).

Los minerales encontrados en el presente estudio pueden dividirse entre maco y microelementos (Cuadro 7), siendo K, Cr y I los mayores elementos encontrados entre los apacentamientos. En los elementos que existió diferencia estadística entre estaciones siendo primavera donde se encontraron los valores más altos de minerales, lo cual podemos relacionar con que autores mencionan que el contenido de minerales podría variar por factores como los minerales que se encuentran en el suelo, así como una relación con los días de lluvia, temperatura, especie, manejo y edad [\(Herrera et al., 2008; Varela-Villa et al., 2023\)](#). A su vez, [Alba-Avila \(2000\)](#) menciona que los minerales son indispensables para que el organismo funcione adecuadamente, por lo que, la deficiencia de estos puede ser dañino a la salud, siendo los principales macroelementos el Calcio (Ca), Cloro (Cl), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na) y Azufre (S) y los microelementos son: Cobalto (Co), Cobre (Cu), Flúor (F), Yodo (I), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc (Zn). [Gómez-Gurrola et al. \(2024\)](#) reporta valores de 1.44% (Ca), 0.24 % (P), 0.34 % (Na), 3.74 % (K) y 0.48 % (Mg) para pasto insurgente los cuales son valores muy similares a los encontrados en el presente estudio, a excepción de Na y Mg ya que no se encontraron en *A. clandestina* por lo que el insurgente contiene esos minerales esenciales.

6. CONCLUSIÓN

Se logró determinar las variables productivas y el perfil nutricional del zacate picoso (*A. clandestina*), siendo el mes de diciembre (invierno) el más adecuado para implementar el apacentamiento, por su producción de biomasa y menor cantidad de materia muerta. Así mismo, cuenta con características nutricionales y digestibles favorables.

Por tanto, se sugiere pastorear esta especie en invierno y esperar de 16 a 18 meses de rebrote para un nuevo aprovechamiento debido a un mejor contenido en nutrientes.

7. REFERENCIAS

- Abyntek. (2023). *Métodos para cuantificar proteínas*. Abyntek at the Service of Research. <https://www.abbyntek.com/5-metodos-para-cuantificar-proteinas/>
- Alba-Avila, J. A. (2000). *Dinámica estacional del valor nutritivo y cinética ruminal de la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel (Cenchrus ciliaris L.) así como los híbridos nueces y llano* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/6703/1/1080124338.PDF>
- Álvarez-Holguín, A., Ochoa-Rivero, J. M., Ponce-García, O. C., Morales-Nieto, C. R., & Corrales-Lerma, R. (2020). Atributos agronómicos, composición nutricional y su relación en genotipos de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*). *Ciencia e Innovación*, 3(2), 277–289. https://www.researchgate.net/publication/361493817_ATRIBUTOS_AGRONOMICOS_COMPOSICION_NUTRICIONAL_Y_SU_RELACION_EN_GENOTIPOS_DE_PASTO_BANDERITA
- AOAC. (1990). *AOAC: Official Methods of Analysis* (K. Helrich (ed.); 15th ed., Vol. 1, Issue 15). Association of official analytical chemists, Inc.
- Araya-Mora, M., & Boschini-Figueroa, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37–43. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716106>
- Arévalo, J. R., Encina-Domínguez, J. A., Juanes-Márquez, S., Álvarez-Vázquez, P., Nuñez-Colima, J. A., & Mellado, M. (2021). Restoration of Rangelands Invaded by *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth after 12 Years of Agriculture Abandonment (Coahuila, México). *Agriculture*, 11(9), 886. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture11090886>
- Assis, W. O. de, Santos, D. de F., Tenório, T. M., Soares, E. da costa, Bhatt, R., & Oliveira, M. W. de. (2023). Acumulación y asignación de materia seca y nutrientes en las braquiarias decumbes y ruziziens en un sistema intensivo de producción de forraje. *Revista Científica Multidisciplinaria Núcleo Do Conhecimento*, 2(6), 159–179. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/agronomia-es/nutrientes-en-las-braquiarias>
- Azumi, Y., & Watanabe, A. (1991). Evidence for a senescence-associated gene induced by darkness. *Plant Physiology*, 95(2), 577–583. <https://doi.org/10.1104/pp.95.2.577>
- Borrelli, P., & Oliva, G. (2014). Efectos de los animales sobre los pastizales. In *Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral* (pp. 99–128). https://www.researchgate.net/publication/242658835_Efectos_de_los_animales_sobre_los_pastizales
- Bustamante-García, A. E. (2017). Implementación de un sistema de rotación de pasturas en la finca el Palmar [Corporación Universitaria Lasallista]. In *Facultad de ciencias Administrativas y Agropecuarias*. <https://www.researchgate.net/publication/304825867>
- Calistro, E. (2012). Cálculo práctico de forraje disponible. In *Sitio Argentino de*

Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar

- Calzada-Marín, J. M., Enríquez-Quiroz, J. F., Hernández-Garay, A., Ortega-Jiménez, E., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2014). Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp .) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), 247–260. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3664>
- Camacho-García, J. L., & García-Muñiz, J. G. (2003). Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovillo. *Veterinaria México*, 34(2), 149–177. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42334204>
- Carrera, R., Fierro-Jaramillo, N. D. C., & Ordoñez, J. (2015). *Manual de Pastoreo*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2938.0087>
- Castro-Rivera, R., Hernández-Garay, A., Ramírez-Reynoso, O., Aguilar-Benitez, G., Enríquez-Quiroz, J. F., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(2), 201–215. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2838>
- CONABIO. (2022). *Biodiversidad mexicana*. Pastizales. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales>
- Cruz-Hernández, A., Hernández-Garay, A., Enríquez-Quiroz, J. F., Gómez-Vázquez, A., Ortega-Jiménez, E., & Maldonado-García, N. M. (2011). Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(4), 429–443. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242011000400007&script=sci_arttext
- Dios-León, G. E. De, Bolaños-Aguilar, E. D., Guerrero-Peña, A., López-Collado, C. J., & Alonso-López, E. O.-J. A. (2021). Efecto de la época del año sobre el rendimiento de forraje y concentración de proteína del pasto taiwán. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4A), 7476–7754. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.747>
- Enríquez-Quiroz, J. F., Bolaños-Aguilar, E. D., Fragoso-Islas, A., Montero-Lagunes, M., & Vinay-Vadillo, J. C. (2024). Ganacias de peso de bovinos en pastoreo en la época seca en el trópico de México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(1), 38–48. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n1-003>
- Fernández, M. (2012). *Función de la fibra en la alimentación*. Mundo Ganadero. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MG%2F MG_2012_245_60_64.pdf
- Foss. (2018). El análisis de la fibra en el pienso animal. In *Analytics beyond measure*.

https://www.google.com/search?q=Fibra+detergente+acido+pdf+&sxsrf=AOaemvL_PqsohF0RJHTuBO_AnTPhrkvvYQ%3A1635828336824&source=hp&ei=cMKAYZK7MlyCwbkPiOCRsAk&iflsig=ALs-wAMAAAAAYYDQgF9rBhgppEslmNWSg5KpAUluu8l&oq=Fibra+detergente+acido+pdf+&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l

- Galoc, N., Vázquez-Pérez, H. V., & Bernal, W. (2019). Caracterización nutricional de trece variedades de pastos naturalizados de la región Amazonas. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería*, 2(3), 29–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.601>
- García-Cervantes, D., Gutiérrez-Bañuelos, H., Reveles-Torres, L. R., Muro-Reyes, A., Gutiérrez-Piña, F. J., Echavarría-Chairez, F. G., Espinoza-Canales, A., & Sánchez-Gutiérrez, R. A. (2023). Perfil bromatológico y nutricional de *Dalea bicolor* (Willdenow) en regiones semiáridas de Zacatecas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(3), 321–325. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.321>
- Gómez-Gurrola, A., Hernández-Ballesteros, J. A., Benítez-Meza, J. A., Ramírez-Ramírez, J. C., & Loya-Olguin, J. L. (2024). Concentraciones de Minerales y Proteína Cruda de los pasto *Adropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* en tres Localidades del Estado de Nayarit, México. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 5(3), 1161–1179. <https://doi.org/https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.262>
- González-García, U. ., Corona-Gochi, L., Estrada-Flores, J. ., Abarca-Amesquita, D. ., & González-Ronquillo, M. (2017). Digestión ruminal e intestinal del maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) utilizando diferentes técnicas de digestibilidad (In vivo, In vitro e In sacco). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 183–194. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93952506003>
- González-Muñoz, A., Garay-Martínez, J. R., Estrada-Drouaillet, B., Bernal-Flores, Á., Limas-Martínez, A. G., & Joaquín-Cancino, S. (2020). Rendimiento y contenido de proteína en forraje y ensilado de pasto Insurgente e híbridos de *Urochloa*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Publicación*(24), 177–189. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2368>
- González-Stagnaro, C. (2022). Pastoreo de Alta Intensidad/Baja Frecuencia. *Alpa En El Campo*, 1(3), 6–8. <https://www.researchgate.net/publication/304825867>
- Herrera-Camacho, J., Chay-Canul, A. J., Casanova-Lugo, F., Piñeiro-Vázquez, Á., Márquez-Benavides, L., & Arce-Menocal, J. (2018). *Avances de la Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México* (J. Herrera-Camacho, A. J. Chay-Canul, F. Casanova-Lugo, Á. Piñeiro-Vázquez, L. Márquez-Benavides, & J. Arce-Menocal (eds.); 1st ed.). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Casanova-Lugo/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico/links/5b578a9e0f7e9bc79a609bc8/Avances-de-la-investigacion-sobre-produccion-animal-y-se

- Herrera, R. ., Fortes, D., García, M., Cruz, A. M., & Romero, A. (2008). Estudio de la composición mineral en variedades de *Pennisetum purpureum*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 395–401. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015490011>
- Hongo, A., & Oinuma, H. (1998). Effect of artificial treading on morphology and ethylene production in Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). *Revista de La Sociedad Japonesa de Ciencia de Los Pastizales*, 44(3), 198–202. https://www.jstage.jst.go.jp/article/grass/44/3/44_KJ00002557172/_pdf
- Huebla, V., & Condo, L. (2019). La capacidad de carga para un manejo sustentable de los paramos de zuleta con camélidos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1(1), 4–5. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/06/paramos-zuleta-camelidos.html%0A/hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1906paramos-zuleta-camelidos>
- Ibarra-Flores, F., Martín-Rivera, M., Moreno-Medina, S., Ibarra-Martín, F., & Retes-López, R. (2018). Cambios de vegetación y costos asociados con el continuo sobrepastoreo del ganado en el pastizal mediano abierto de Cananea, Sonora, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 42(1), 855–866. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.275179>
- INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Pastizal. [https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/pastizal.aspx?tema=T#:~:text=Los pastizales en México ocupan,frío intenso durante la noche](https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/pastizal.aspx?tema=T#:~:text=Los%20pastizales%20en%20M%C3%A9xico%20ocupan%20fr%C3%ADo%20intenso%20durante%20la%20noche).
- INIFAP. (2022). *Uso del cerco eléctrico en el control y pastoreo rotacional de ovinos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/uso-del-cerco-electrico-en-el-control-y-pastoreo-rotacional-de-ovinos>
- Juanes-Márquez, S. (2021). *Caracterización ecológica de un pastizal Amelichloa clandestina (Hack.) Arriaga & Barkworth, donde se aplicó corte y herbicida en el rancho Los Angeles, Coahuila, México*. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/47690>
- Juanes-Márquez, S., Álvarez-Vázquez, P., Encina-Dominguez, J. A., Mellado-Bosque, M., García-Martínez, J. E., & Flores-Naveda, A. (2022). Response to cutting and herbicide treatment of Mexican needlegrass (*Amelichloa clandestina*) in northeastern México. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(1), 1–10. https://www.researchgate.net/publication/363523373_Response_to_cutting_and_herbicide_treatment_of_Mexican_needlegrass_Amelichloa_clandestina_in_northeastern_Mexico
- Juanes-Márquez, S., Álvarez-Vázquez, P., Flores-Naveda, A., Santiago-Joaquín, C., Ventura-Ríos, J., & Ruelas-Chacon, X. (2024). Uso adecuado del cerco eléctrico en un sistema de pastoreo intensivo no selectivo (PINS). *Agro-Divulgación*, 4(5), 11–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.54767/ad.v4i5.370>
- Jurado-Guerra, P., Velázquez-Martínez, M., Sanchez-Gutierrez, R. A., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutierrez-Luna, R., Garza-Cedillo, R. D., Luna-Luna, M., & Chavez-Ruiz, M. G. (2021). Los pastizales y

- matorrales de zonas aridas y semiaridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 261–285. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875>
- Kramberger, B., Gselman, A., Podvršnik, M., Lešnik, M., & Škorjanc, D. (2014). Effects of low precipitation periods on the herbage yield of mesic semi-natural grasslands under different cutting regimes. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(1), 11–18. <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.002>
- Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Defossé, G., Godoy, J., Navarrete, V., & Jaime, N. (2015). Dinámica del contenido de humedad de pastos y su relación con la ecología del fuego en región chaqueña occidental (Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(1), 83–93. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142015000100012&script=sci_arttext
- Lavín, P., Mantecón, A. ., & Giráldez, F. . (1996). Sistemas de pastoreo y utilización del territorio. *Ovis*, 43(1), 11–25. <http://hdl.handle.net/10261/18051>
- Lavorel, S., & Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16(5), 545–556. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x>
- Lizarazo-Ortega, C., Rodríguez-Castillejos, G., Bernal-Barragán, H., Gutiérrez-Ornelas, E., Olivares-Sáenz, E., & Hernández-Mendoza, J. (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. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i3.5702>
- Márquez-Godoy, J. N., Corrales-Lerma, R., Álvarez-Holguín, A., Villareal-Guerrero, F., Santellano-Estrada, E., Pinedo-Álvarez, A., & Morales-Nieto, C. R. (2022). Diversidad morfológica y nutricional de poblaciones de pasto lobo (Muhlenbergia phleoides [Kunth] Columbus) en Chihuahua, México. *Acta Universitaria*, 32, 1–16. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3404>
- Maya-M, G. E., Durán-C, C. V., & Enrique-Arat, J. (2005). Altura , disponibilidad de forraje y relación hoja tallo del pasto estrella solo y asociado con leucaena. *Acta Agronómica*, 54(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169920332001>
- Mónaco, N., Santa, V., Rosa, M. J., & Autran, V. (2017). Evaluación de métodos indirectos para estimar biomasa en un pastizal natural del sur de Córdoba (Argentina central). *European Scientific Journal*, 13(36), 59–70. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p59>
- Nai-Bregaglio, M., Pucheta, E., & Cabido, M. (2002). El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 613–623. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000300012>
- Núñez-Arroyo, J. M., Jiménez-Castro, J. P., Tobía-Rivero, C. M., Arias-Gamboa, L. M., Jiménez-Alfaro, E., & Padilla-Fallas, J. E. (2022). Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en

- gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE). *Nutrición Animal Tropical*, 16(1), 31–52. <https://doi.org/10.15517/nat.v16i1.50370>
- Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echeverría, A., & Provencal, P. (2001). *Valorización nutritiva de los alimentos y formulación de dietas*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf
- Perozo-Bravo, A., González, B., & Ortega-Alcalá, J. (2009). Efecto de la presión de pastoreo y la suplementación estratégica sobre la composición de la materia seca del pasto tanner (*Brachiaria arrecta*) antes y después del pastoreo. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 26(1), 39–58. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100003
- Rodriguez-Mora, D. A., Ramírez-Garcés, A. F., & del Socorro-Altamar, A. (2023). Extracción de pectina a partir de la hidrólisis ácida del cacao (*Theobroma Cacao* L .) y su aplicación en la obtención de biopelículas. *Mutis*, 13(1), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.21789/22561498.1885>
- Rojas-García, A. R., Aniano-Aguirre, H., Santillan, P. S., Ventura, J., Peralta, R. M., Salinas, D., Ángeles, M. D. L., & Peralta, M. (2021). Métodos de estimación de forraje en asociaciones de pasto ovillo, blanco perenne y trebol blanco. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4A), 789–795. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.789>
- Rojas-García, A. R., Maldonado-Peralta, M. de los A., Ortega-Acosta, S. A., Palemón-Alberto, F., Pérez-Hernández, H., & Ventura-Ríos, J. (2024). Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto mulato II (*Urochloa* híbrido) en el trópico seco de México. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 12(1), 1–10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(12\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(12)1-10)
- Sosa-Montes, E., Sánchez-Sánchez, Z. S., Mendoza-Pedroza, S. I., Ramírez-Bribiesca, E., González-Cerón, F., & Vaquera-Huerta, H. (2022). Composición química de cuatro gramíneas forrajeras del estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(7), 1315–1322. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.3333>
- Teresinha-Berchielli, T., de Oliveira-Sader, A. P., Lucyla-Tonani, F., de Fátima-Paziani, S., & de Andrade, P. (2001). Evaluación de la determinación de fibra en detergente neutro y de fibra en detergente ácido para el sistema ANKOM. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5), 1572–1578. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000600027>
- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A Two-Stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Valdés-Restrepo, M. P., Ortiz-Grisales, S., Lodoño-Hernandez, L., Vásquez-García, A., & Ordóñez-Narváez, G. A. (2023). Caracterización en hojas y

- rizomas de sagu *Maranta arundinacea* (L.). *Working Papers ECBTI*, 4(1), 2–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.22490/ecbti.6682>
- Varela-Villa, I., Cárdenas-Aguiar, E. M., Lado-Liñares, M., Antonio, P.-G., & Vidal-Vázquez, E. (2023). Análisis geoestadístico de macrolementos , microelementos y metales pesados extraídos con Mehlich-3 en una microparcela de viñedo. *Revista de Xeoloxía Galega e Do Hercínio Peninsular*, 45, 59–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/cadlaxe.2023.45.0.10120>
- Vargas-Bayona, J., Mejía-Porras, G., Bedoya-Mashuth, J., & Gómez-Patiño, J. F. (2013). Estimación de la técnica in vitro de gases frente a otras técnicas de digestibilidad. *Spei Domus*, 9(18), 59–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.16925/sp.v9i18.547>
- Vásquez-Aguilar, N. C., Javier-Morales, L., Segura-Carmona, J. E., & Bernal-Barragán, H. (2024). Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, 27(125), 42–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-6>
- Vásquez, D. R., Abadía, B., & Arreaza, L. C. (2004). Aplicación de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS) para la caracterización nutricional del pasto Guinea y del grano de maíz. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 49–55. https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol5_num1_art:24
- Villareal-González, J. A., Hernández-Garay, A., Martínez-Hernández, P. A., Guerrero-Rodríguez, J. de D., & Velasco-Zebadúa, M. E. (2014). Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), 231–245. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3663>
- Wan, H., Bai, Y., Hooper, D. U., Schönbach, P., Gierus, M., Schiborra, A., & Taube, F. (2015). Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape Ecology*, 30(9), 1767–1782. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0252-y>
- Wilson-García, C. Y., López-Zerón, N. E., Álvarez-Vázquez, P., Ventura-Ríos, J., Ortega-Cerrilla, M. E., & Venegas-Ayala, M. I. (2020). Acumulación de forraje, composición morfológica e interceptación luminosa en Triticale 118 (X *Triticosecale* Wittmack). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 24(1), 221–229. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2372>
- Zhang, Z., Zhou, H., Zhao, X., Buqing, Y., Ma, Z., Dong, Q., Zhang, Z., Wang, W., & Yang, Y. (2018). Relationship between biodiversity and ecosystem functioning in alpine meadows of the Qinghai-Tibet Plateau. *Biodiversity Science*, 26(2), 111–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.17520/biods.2017021>