

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



Análisis de crecimiento de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en la estación de otoño en el Sureste de Coahuila

Por:

EMMANUEL HERNÁNDEZ CUEVAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

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

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

Análisis de crecimiento de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en la estación de otoño en el Sureste de Coahuila

POR:

EMMANUEL HERNÁNDEZ CUEVAS

TESIS

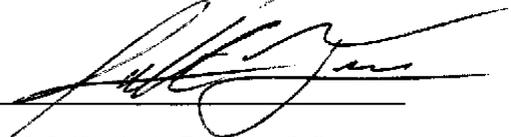
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



M.C. Sait Juanes Márquez
Co-director

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio del 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Análisis de crecimiento de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en la estación de otoño en el Sureste de Coahuila

TESIS

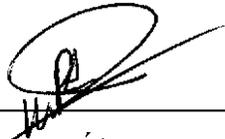
POR:

EMMANUEL HERNÁNDEZ CUEVAS

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

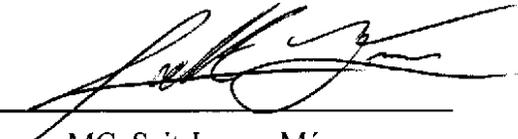
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director



MC. Sait Juanes Márquez

Co-director



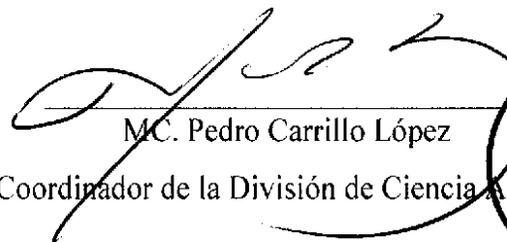
Dr. Alejandro García Salas

Coasesor



Dr. José Javier Ochoa Espinoza

Coasesor



MC. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2024

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio 2024.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “**Análisis de crecimiento de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en la estación de otoño en el Sureste de Coahuila**” es una producción personal donde, 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 consiente 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.

EMMANUEL HERNÁNDEZ CUEVAS

Nombre



Firma

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a **Dios** por guiarme por el buen camino a lo largo de mi vida y darme la oportunidad de cumplir este sueño y darme las fuerzas de salir adelante.

A mis padres: **Heriberto Hernández Rosas y Rossana Cuevas Balbuena**; a ustedes por darme a manos llenas todo el amor y cariño para lograr mi sueño, por sacrificarse y brindarme una parte de sus vidas para ser una persona de provecho y por su apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios.

A mi “**Alma Terra Mater**” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de realizar mis estudios, por permitirme conocer gente extraordinaria como mis maestros que me ayudaron en mi formación compartiéndome sus conocimientos; y gracias por permitirme conocer grandes amistades y gente que me apoyó durante mi formación universitaria.

A mis amigos **Royer Quevedo, Jennifer Luciano, Elizabeth Sánchez, Jesús Fernando Paredes, Brayan Velasco, Juan Pablo Salazar, Javier Cervantes, Salma Ivette, Clarisa Sandoval** por todos los grandes momentos que vivos juntos, quedaran guardados en mi para siempre.

A el **Dr. Perpetuo Alvares Vázquez**, por permitirme trabajar en este gran proyecto que me es de mucha ayuda para culminar mi carrera universitaria, por asesorarme, por su valioso tiempo para la realización de tesis y por compartirme sus conocimientos durante todo este tiempo.

Al **M.C. Sait Juanes Márquez**, por su gran amistad y enorme apoyo en la realización de este proyecto, quien me acompañó y guio en todo el proceso, por su valioso tiempo en la revisión de este trabajo, por sus sugerencias y valiosas opiniones.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Con todo mi amor y cariño para los Sres. **Heriberto Hernández Rosas** y **Rossana Cuevas Balbuena**, por darme la vida y ser el pilar fundamental en toda mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, todo ello de una manera incondicional y con amor. Gracias por confiar en mí, por apoyarme en las buenas y en las malas, por sus preocupaciones por mi bienestar, por crear en mí la ilusión de cumplir mis metas y por enseñarme que en la vida jamás hay que rendirse. Es un orgullo y honor tenerlos como padres, son y serán mi más grande fortaleza y guía para seguir luchando por mis sueños.

A MI HERMANO:

Quien compartió conmigo este gran logro, por todo su apoyo y por tener las esperanzas en mí.
Erick Ronaldo Hernández Cuevas

MI FAMILIA:

A todos en general, abuelos, tíos, primos y sobrinos, por su apoyo, cariño y consejos que me han brindado durante el trayecto de mi vida y en mi formación profesional. Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Pastizales	3
2.1.1 Importancia de los pastizales.....	3
2.1.2 Pastizales en México	4
2.2 Descripción de la especie	5
2.2.1 Clasificación Taxonomía	5
2.3 Análisis de crecimiento	7
2.4 Factores climáticos que afectan el crecimiento y producción del forraje	7
2.4.1 Temperatura.....	8
2.4.2 Precipitación	8
2.5 Factores que afectan el rebrote de los forrajes	9
2.5.1 Suelo	10
2.5.2 Humedad.....	10
2.5.3 Reserva de carbohidratos.....	11
2.5.4 Meristemas de crecimiento.....	12
2.5.5 Frecuencia e intensidad de pastoreo	12
2.6 Importancia de la biomasa aérea	13
2.7 Métodos para estimular la biomasa aérea	13
2.7.1 Directos.....	13
2.7.2 Indirectos	14
2.8 Componentes del rendimiento.....	14

2.8.1 Rendimiento de materia seca.....	14
2.8.2 Composición botánica morfológica.....	15
2.8.3 Relación:hoja/tallo.....	15
2.8.4 Altura de la planta	15
2.8.5 Radiación interceptada	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Localización y periodo del estudio	17
3.2 Diseño experimental y tratamientos.....	19
3.3 Variables evaluadas.....	19
3.3.1 Rendimiento de materia seca total.....	19
3.3.2 Composición morfológica	19
3.3.3 Altura.....	20
3.3.4 Intercepción luminosa	20
3.3.5 Relación:Hoja/Tallo	21
3.4 Análisis estadístico.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
4.1 Rendimiento de materia seca total.....	22
4.2 Componentes del rendimiento.....	23
4.2.1 Aportación de hoja al rendimiento total	23
4.2.2 Aportación de tallo al rendimiento total.....	24
4.2.3 Aportación de material muerto al rendimiento total.....	25
4.3 Altura de la planta	26
4.4 Intercepción luminosa	28
4.5 Relación:Hoja/Tallo	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. REFERENCIAS	32
VII. ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Amelichloa clandestina</i> (Hack.) Arriaga & Backworth Fuente: Flora of North América.....	6
Figura 2. Imagen de espécimen de <i>Amelichloa clandestina</i> (Hack.) Arriaga & Backworth. Fuente: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.....	6
Figura 3. Localización Geografía del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, Saltillo, Coahuila, México.....	18
Figura 4. Rendimiento de materia seca total (kg MS ha ⁻¹) del zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	23
Figura 5. Rendimiento de hoja (kg MS ha ⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	24
Figura 6. Rendimiento de tallo (kg MS ha ⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	25
Figura 7. Rendimiento de material muerto (kg MS ha ⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	26

Figura 8. Altura de la planta (cm) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	28
Figura 9. Radiación interceptada (%) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	29
Figura 10. Relación Hoja: Tallo (R:H/T) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.1	Variables Evaluadas de Amelichloa Clandestina sometido a diferentes edades de rebrote.....	40
Cuadro.2	Rendimiento total y por componente morfológico (kg MS ha-1) de Amelichloa Clandestina sometido a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México.....	41
Cuadro.3	Aportación de los componentes morfológicos (%) al rendimiento total de Amelichloa Clandestina sometido a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México.....	42

RESUMEN

En el Noreste de México radica *Amelichloa clandestina* una especie considerada invasora presente en el sureste de Coahuila donde se ha establecido en las tierras de cultivo abandonadas. El presente estudio se realizó en el rancho ganadero experimental Los Ángeles, en el sureste de Coahuila. El objetivo del estudio fue analizar el crecimiento y evaluar los cambios en los componentes morfológicos y su aportación a la producción de materia seca de *Amelichloa clandestina*, a diferentes días de rebrote (DDR), en la estación de otoño. Se realizó un corte manual, en un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de Materia Seca (RMS), Composición Morfológica (CM), Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), Altura de Planta (AP) e Intercepción Luminosa (IL). El mayor RMS se presentó a los 56 DDR y el menor a los 7 y 14 DDR. La hoja aportó la mayor cantidad de RMS con 585 kg MS ha⁻¹, seguida por el tallo y material muerto con 380 y 376 kg MS ha⁻¹, respectivamente. El porcentaje más alto de materia seca de cada componente tuvo variabilidad a partir del corte de uniformización; para la hoja fue a los 63 DDR (61 %), el tallo a los 42 DDR (38 %), en contraste, para material muerto a los 42 días (35 %). En cuanto a la R:H/T, no hubo diferencias estadísticas entre los DDR ($p \leq 0.005$), en promedio se encontró un valor de 0.31. La mayor AP se reportó a los 42 DDR con 25 cm para la regla, para el plato la mayor AP se registró a los 42 DDR con 14 cm y el menor valor fue a los 7 DDR con 14 cm para la regla, en contraste para el plato fue a los 14 DDR con 7 cm. Para IL, el valor mayor se obtuvo a los 56 DDR con un valor de 15.81 y el más bajo con 9.38 a los 7 DDR. En conclusión, se observó mayor RMS a partir de los 42 DDR, para el tallo y el material muerto, mientras que para la hoja fue a los 63 DDR brindando la mayor aportación al rendimiento total, mostrando un potencial de crecimiento óptimo a los 56 y 63 DDR.

Palabras clave: Rendimiento de materia seca, composición morfológica, días de rebrote.

ABSTRACT

In the Northeast of Mexico lives *Amelichloa clandestina*, a species considered invasive present in the southeast of Coahuila where it has established itself in abandoned farmlands. The present study was carried out at the Los Ángeles experimental cattle ranch, in the southeast of Coahuila. The objective of the study was to analyze the growth and evaluate the changes in the morphological components and their contribution to the dry matter production of *Amelichloa clandestina*, at different regrowth days (DDR), in the autumn season. A manual cut was carried out, in a randomized block experimental design, with three repetitions. The variables evaluated were: Dry Matter Yield (RMS), Morphological Composition (CM), Leaf/Stem Ratio (R:H/T), Plant Height (AP) and Light Interception (IL). The highest RMS occurred at 56 DDR and the lowest at 7 and 14 DDR. The leaf contributed the greatest amount of RMS with 585 kg DM ha⁻¹, followed by the stem and dead material with 380 and 376 kg DM ha⁻¹, respectively. The highest percentage of dry matter of each component had variability from the uniformization cut; for the leaf it was at 63 DDR (61%), the stem at 42 DDR (38%), in contrast, for dead material at 42 days (35%). Regarding R:H/T, there were no statistical differences between the DDR ($p \leq 0.005$), on average a value of 0.31 was found. The highest AP was reported at 42 DDR with 25 cm for the ruler, for the plate the highest AP was recorded at 42 DDR with 14 cm and the lowest value was at 7 DDR with 14 cm for the ruler, in contrast for The plate was 14 DDR with 7 cm. For IL, the highest value was obtained at 56 DDR with a value of 15.81 and the lowest with 9.38 at 7 DDR. In conclusion, the highest RMS was observed from 42 DDR, for the stem and dead material, while for the leaf it was at 63 DDR, providing the greatest contribution to the total yield, showing optimal growth potential at 56 and 63 DDR.

Keywords: Dry matter yield, morphological composition, days of regrowth.

I.INTRODUCCIÓN

A nivel global, los pastos y forrajes, pueden ser temporales o permanentes, se llegan a encontrar en praderas y en los pastizales naturales, que usualmente son los que surten la alimentación de los animales herbívoros, ya sea por corte o pastoreo; estos pastos deben ser aprovechados en su totalidad que es lo que se desea, y contar con un gran valor nutricional para el aprovechamiento de los animales (Fisher *et al.*, 1994). Gran cantidad de los recursos forrajeros en el suroeste del estado de Coahuila después del deterioro de las tierras o abandono, se establece el zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga y Barkworth) como consecuencia de su gran capacidad adaptarse a terrenos abrumados por los cambios físicos. Es una especie nativa del noreste de México e introducida en el oeste de Texas, su distribución en el país mexicano se establece en regiones donde predomina el disturbio de suelos calcáreos, zonas con matorrales, zacatales y en algunos bosques, con una altitud de 800 y 2100 m. Su primera aparición fue en el condado de Kimble, en la década de 1950, pero fue hasta 1960 que logro establecerse en el rio San Saba, pasaron 27 años para que por fin se llegara a identificar en Texas (Russell y Landers, 2017). Las condiciones climatológicas de las zonas áridas y semiáridas en los estados del norte del país de México que se presentan se han caracterizado por tener un régimen de lluvias de verano muy insignificante y temperaturas demasiado elevadas, lo que ocasiona un elevado alcance de evaporación del agua del suelo, lo que ocasiona una vida corta de estación de los pastos nativos, presentándose una baja producción de forrajes en los meses de noviembre a mayo, por carencia de humedad en los suelos y las bajas temperaturas (Morales, 1999). Por su parte Mooney y Cleland (2001), señalan que las especies invasoras provocan extinciones, además de interacciones competitivas y la reducción de poblaciones nativas dentro de una comunidad, lo que las cataloga como la segunda mayor amenaza para las especies nativas en peligro. Las plantas invasoras dañan los recursos naturales, lo que ocasiona una baja en productividad en la producción de alimentos, lo que hace que sean catastróficas en los ecosistemas agropecuarios (Pimentel *et al.*, 2005). Este proceso es afectado por diversos factores y condiciones ambientales en las que se encuentra la defoliación y sobrevivencia del rebrote lo que modifica la tasa de mortalidad, lo que altera la muerte y aparición de tallos, y por consecuencia la calidad del forraje posterga la maduración de la planta (Texeira *et al.*, 2008). Agregando a lo anterior aparece una necesidad de evaluar el análisis y el comportamiento productivo del rendimiento de materia seca

del zacate picoso en la región sureste del Estado de Coahuila, esto con el fin de poder plantear una alternativa para la alimentación del ganado bovino, no obstante sin contar con las mejores condiciones para el crecimiento de la planta (Texeira *et al.*, 2008).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar el análisis de crecimiento y composición morfológica de *Amelichloa clandestina*, especie endémica que se establece después del abandono de áreas con fines agrícolas, a diferentes días de rebrote en la estación de otoño.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Evaluar rendimiento de forraje, en función a lo aportado por los componentes morfológicos; hoja, tallo, material muerto, del zacate *Amelichloa clandestina*, cosechado a los 63 días después del rebrote.
- ✓ Identificar el o los componentes morfológicos que presentan mayor aporte al rendimiento de materia seca, de *Amelichloa clandestina*, para producción de forraje

1.2 Hipótesis

- ✓ La producción de materia seca aumentara a medida que avanza los días de rebrote de *Amelichloa clandestina*
- ✓ La aportación de materia seca está estrechamente relacionada con los cambios morfológicos de la planta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Pastizales

2.1.1 Importancia de los pastizales

Los pastizales han experimentado una evolución que ha llevado a su expansión a nivel mundial, cubriendo aproximadamente el 40% de la superficie terrestre. Por lo tanto, se consideran una de las comunidades más extensas de la Tierra (Retallack, 2013). Los herbívoros han desempeñado un papel clave en los ecosistemas desde la era mesozoica hasta la actualidad. Como resultado de la gestión a lo largo del tiempo, se han desarrollado las grandes extensiones de pastizales que conocemos hoy en día (Teague *et al.*, 2008). Históricamente, estos pastizales han sido pastoreados por animales herbívoros salvajes. Con el tiempo, estos animales fueron reemplazados por animales herbívoros domésticos, lo que ha dado lugar a los pastizales actuales (Retallack, 2013). Los animales se desplazan para obtener alimento, lo que hace que el consumo de forraje, su principal fuente de alimentación, sea un regulador importante del funcionamiento del ecosistema. Especialmente los ungulados, a través del pastoreo, impactan en el suelo, compactándolo con su pisoteo y mejorando la disponibilidad de nutrientes a través de las heces y la orina. Este impacto ayuda a mantener la salud del pastizal, las plantas y los animales, y mejora la eficacia de los procesos microbianos del suelo (Teague *et al.*, 2008). El herbívoro presenta la habilidad de reducir los impactos en las plantas, lo cual permite mejorar las condiciones para su adecuado crecimiento. Por otro lado, al consumir el forraje y pastorear en el suelo, se controlan los procesos de captura de carbono y nitrógeno, lo que a su vez crea una respuesta a la topografía del suelo (Teague *et al.*, 2011). Los herbívoros de gran tamaño son los principales defoliadores del pastizal y suelen desplazarse por áreas o parches con forraje de mayor palatabilidad que seleccionan para pastorear. Los principales objetivos para incrementar la producción de pastizales son mejorar la productividad de las especies vegetales, garantizando un adecuado periodo de descanso para las plantas clave. Existe una estrecha relación entre el tiempo que el animal dedica en la estación de forrajeo, la disponibilidad, calidad y palatabilidad del forraje que determinará la producción o decremento del forraje y, en última instancia, la posible erosión (Bailey *et al.*, 1996).

2.1.2 Pastizales en México

Los pastizales son una superficie que presenta el suelo cubierto de pasto en abundancia, por lo general, estos crecen de manera silvestre, sin ningún tipo de control. Estos recursos naturales integran alrededor del 25 % de la superficie nacional, tienen la capacidad de brindar ciertos servicios ambientales y productos a la sociedad. Los principales productos que brinda es el abastecimiento a la carne de bovino, dicho servicio contribuye a la suplementación de la ganadería extensiva, con el fin de brindar los requerimientos necesarios para el individuo. En cuanto a los servicios ambientales que otorga, es la captura de carbono; que es uno de los más importantes para el medio ambiente (Borrelli y Oliva, 2001).

Los pastizales naturales poseen numerosos atributos cuya cuantificación podría ser de gran interés. Por ejemplo, se puede necesitar conocer la superficie de distintas comunidades dentro de un predio, la composición botánica de un sitio, la biomasa de una especie o la abundancia de una especie indeseable (Cook *et al.*, 1986). De acuerdo con Petermann y Buzhdygan (2021) mencionaron que los componentes fundamentales de los hábitats de los pastizales son los pastos y las plantas, pero diversos conjuntos de otras formas de vida vegetal y diversas comunidades animales también contribuyen a la biodiversidad de los pastizales. A lo largo de los años y conforme se han ido adaptando, los pastos han desarrollado características que les permiten hacer frente a los cambios extremos climáticos, la capacidad de adaptarse a condiciones específicas del suelo, los incendios.

Los pastizales se encuentran en casi todas las zonas climáticas, excepto en los polos, las zonas áridas extremas y las montañas más altas. Desgraciadamente, el 95% de los pastizales están siendo sobre pastoreados, lo que ha experimentado una gran disminución de hasta el 14% en los últimos 50 años debido al ingreso de la agricultura, disminuyendo la cantidad de 9,77 millones de hectáreas, desde el estado de Sonora hasta Guanajuato (Jurado *et al.*, 2021).

2.2 Descripción de la especie

Amelichloa clandestina (Hack.) Arriaga & Barkworth

Sinónimo (s): Stipa clandestina Hack

Presenta una composición amacollada por culmos de 50-90 cm de alto, 1-2,9 de espesor, erectos, glabros; nudos normalmente 3. Sus hojas generalmente son basales, conspicuamente solo 2 clasificadas. La constitución de sus hojas tiene un crecimiento erecto, de 10-50 cm de largo, sus bordes tienden a ser enrollados o doblados, mientras que cuando se encuentran planas miden de 2-4 mm de ancho, con una punta afilada mientras está seca. Sus tallos se generan con inflorescencias menores a 1m de altura. La inflorescencia de los tallos presenta una panícula o bien un racimo en forma de espiga delgada y compacta, y sus ramas contraídas; ocasionalmente presenta panículas cleistógamas que se ocultan en sus axilas de sus vainas basales. Sus panículas de 10-20 cm de longitud, 1-5 cm de ancho, a veces incluidas en las vainas de las hojas. Aristas de 11-23 mm, que se geniculan 2 veces (dobladas dos veces) Semillas de 3 mm de largo, 1-1.4 mm de grosor, con costillas longitudinales lisas (Arriaga y Backworth, 2006).

2.2.1 Clasificación Taxonomía

Reino: Plantae

Filo: Traqueofita

Clase: Magnoliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceas

Especie: *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth

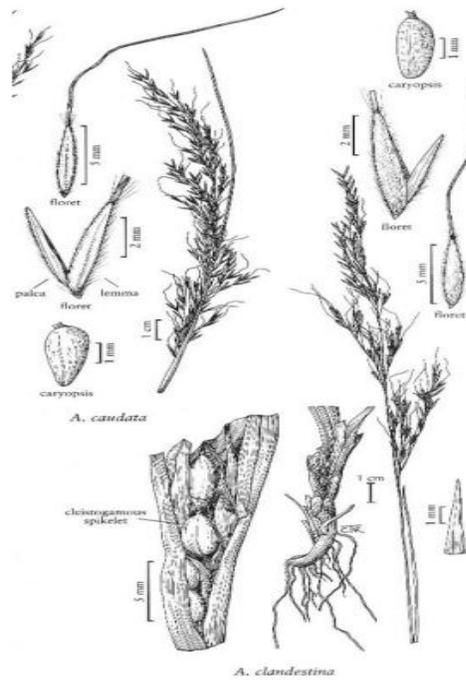


Figura 1. *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Backworth Fuente: Flora of North América.

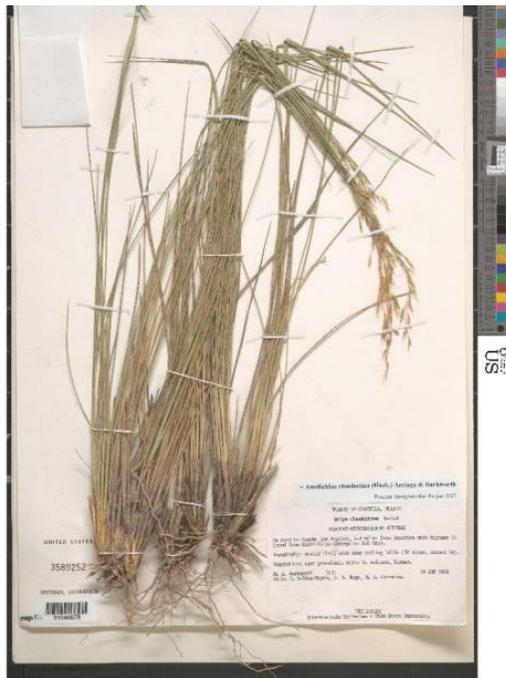


Figura 2. Imagen de espécimen de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Backworth. Fuente: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.

2.3 Análisis de crecimiento

El análisis de crecimiento de una planta puede medirse por cambios en su altura, volumen o peso seco a lo largo del tiempo de la planta (Hunt, 2002). El proceso del crecimiento es el resultado de mecanismos fisiológicos y cambios morfológicos en la planta, que pueden analizarse en intervalos de tiempo largos con muchas plantas o en intervalos más cortos con un número reducido de plantas, con ayuda de procedimientos matemáticos simples o de regresión lineal (Hunt, 1990). Cuando se obtienen los datos de altura y peso seco del cultivo en diferentes intervalos de tiempo, se elabora una curva de crecimiento para comparar el potencial de crecimiento en diferentes condiciones ambientales o de manejo. La curva típica de crecimiento tiene forma de "S" y consta de tres fases principales: la fase logarítmica, la fase lineal y la fase de senescencia (Bidwell, 1979; Salisbury *et al.*, 2000). Al comienzo, el crecimiento de las plantas es lento, luego el crecimiento se potencializa hasta alcanzar el desarrollo potencial genético de la planta y, finalmente, se detiene al final de su ciclo de vida (Bidwell, 1979).

2.4 Factores climáticos que afectan el crecimiento y producción del forraje

Por su parte Eskelinen *et al.* (2021), establecieron que existen dos factores que por medio del cambio global pueden cambiar drásticamente la composición y diversidad de las comunidades establecidas en la superficie, son el enriquecimiento de nutrientes y el aumento de las precipitaciones. Esto ocurre porque las adiciones de nutrientes y lluvia aumentan las abundancias exóticas y disminuyen las nativas, mientras que la adición de lluvia aumenta la riqueza exótica, esto sucede tanto en comunidades aéreas y en los bancos de semillas, lo que hace las plantas y hierbas de bajo nivel sean reemplazados por especies de alto nivel, tanto por encima como por debajo del suelo. La humedad y la temperatura desarrollan un papel importante en el establecimiento y funcionamiento de las comunidades procariotas en el suelo. Sin embargo, no se ha examinado cómo la humedad y la temperatura regulan la función de los procesos basados en el segmento, versus neutrales durante el establecimiento de estas comunidades considerando tanto la comunidad microbiana total como la única porción activa con potencial de crecimiento en los pastizales subtropicales nativos (Jiménez y Martínez, 1984).

Por su parte Lupatini *et al.* (2019), establecieron un experimento que fue basado en microcosmos controlado, esto con el fin de investigar los efectos individuales y combinados de la humedad y la temperatura en las comunidades del suelo, mediante esta simulación de estaciones subtropicales en pastizales. Resulto que la humedad fue el principal factor que influyó en la diversidad y estructura de la comunidad, con un efecto considerable de este factor en la comunidad total. Las poblaciones con potencial de crecimiento y las comunidades totales fueron afectadas por las mismas reglas de establecimiento, siendo más influyente el mecanismo basado en el segmento en comunidades en condición seca.

2.4.1 Temperatura

La temperatura del aire es un factor crucial para el desarrollo de las plantas, ya que la tasa de aparición foliar (TAF), que se refiere al número de hojas que aparecen en cada macollo por unidad de tiempo, varía de manera proporcional a la temperatura (Gómez y Guerrin, 2011). La germinación de las semillas se encuentra estrechamente relacionada con la temperatura, ya que ésta regula el metabolismo de las semillas y su velocidad de germinación aumenta a medida que la temperatura se eleva hasta cierto límite (Hanson, 1988; Duthill, 1989). Por otro lado, las bajas temperaturas pueden afectar negativamente el rendimiento de las plantas e incluso provocar su muerte en casos extremos de heladas. Las temperaturas demasiado bajas pueden causar daños en los tejidos jóvenes y, en algunos casos, los tallos vegetativos pueden morir a temperaturas tan bajas como $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Además, si se producen dos o más heladas consecutivas, esto puede tener graves consecuencias en el rendimiento de materia seca (FAO, 2002).

2.4.2 Precipitación

Las mayores necesidades de agua en una planta se enfrentan a una alta tasa de evaporación y, por lo tanto, una mayor pérdida de agua, provocando estrés hídrico. Este estrés puede llevar a un cierre estomático, lo que reduce la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis al limitar la entrada de (CO_2). Como consecuencia, la producción de biomasa de la planta puede disminuir (Clark y Smajstrla, 1996). De continuar así, el estrés hídrico también

puede afectar el desarrollo de la parte aérea de la planta. Esto puede manifestarse en una reducción en la expansión del índice de área foliar, ya que el crecimiento y la multiplicación celular pueden ser afectados negativamente. En consecuencia, las hojas pueden volverse más pequeñas y menos numerosas. De acuerdo con Colabelli *et al.* (1998), señalan que esto tiene implicaciones directas en la capacidad de la planta para interceptar y procesar la energía lumínica interceptada necesaria para la fotosíntesis y otros procesos metabólicos. La cantidad de humedad necesaria depende del tipo de suelo y de la estación del año. En invierno, la tolerancia a los encharcamientos disminuye y puede afectar el crecimiento y la producción. La falta de agua reduce la producción de biomasa y afecta principalmente a los tejidos jóvenes en crecimiento (Espinoza y Ramos, 2001).

2.5 Factores que afectan el rebrote de los forrajes

El nuevo rebrote de las gramíneas perennes, se desarrolla mediante la acumulación de materia seca en un periodo establecido. Este crecimiento implica la formación de tallos y hojas; y el envejecimiento y descomposición de los mismos. El acumulamiento de materia seca durante el rebrote se ve definido por la defoliación de las praderas y los componentes ambientales. La disposición para rebrotar de un forraje después de someterse a una defoliación, depende de los factores propios de las plantas; tasa de amacollamiento, la velocidad de activación de los meristemas y la rápida restitución de su área foliar activa y de su cantidad de reservas de carbohidratos en la raíz (Cárdenas, 2019). Esto es fundamental dentro de los elementos fisiológicos que determinan la capacidad de rebrote, que se encuentran en la reserva de carbohidratos presente en la raíz, el área foliar remanente y la cantidad de meristemas de crecimiento presentes en relación con la cantidad de hojas disponibles, las cuales dan lugar al proceso de fotosíntesis para el inicio del almacenamiento de energía. Por lo tanto, se puede afirmar que la cosecha de forraje es la acción más relevante sobre la planta forrajera. Además de reducir el área foliar, tendrá un efecto directo en el contenido de carbohidratos y en el crecimiento de la raíz y el tallo. Esto alterará el microambiente, especialmente la penetración de la luz, la temperatura y la humedad del suelo, lo que se reflejará en el crecimiento de las plantas (Chapman, 1993).

2.5.1 Suelo

El suelo es un recurso vital para la supervivencia de la vida en la Tierra. Su composición mineral y su pH son factores críticos para el crecimiento y la salud de las plantas. Un pH adecuado permite la disponibilidad de nutrientes esenciales para sobrevivir. Las plantas, cuando se abastecen de un pH inadecuado puede obstaculizar la absorción de ciertos nutrientes e incluso causar toxicidad. Por lo tanto, este factor es el causante de que no tengan los suficientes nutrientes necesarios para su desarrollo, y presentan deficiencias, por lo que es de suma importancia monitorear y ajustar el pH del suelo según las necesidades de las plantas cultivadas en él (Duffey *et al.*, 1978).

En la actualidad los pastizales en zonas áridas se enfrentan a cambios y condiciones, como la degradación de la cubierta vegetal y el suelo, provocando un gran impacto a la calidad del suelo Coronado *et al.*, (2005). La presión osmótica limita la absorción de nutrientes y agua. Las variedades con mejor desarrollo radicular son más resistentes a la salinidad, pero no toleran valores de pH mayores a 9.5, lo que afecta la germinación y producción de biomasa (Zhang *et al.*, 2017). Una alcalinidad alta reduce la disponibilidad de elementos como fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, lo que limita la vida de la planta (Rodríguez, 1989). En terrenos arcillosos, siempre existe el riesgo de poder perder el cultivo por la formación de costras sólidas que impiden la emergencia de las plántulas. En suelos compactos y secos, la respiración de las raíces se dificulta y la planta corre riesgo de morir (Espinoza y Ramos, 2001). Por su parte se necesitan suelos con textura media, profundidad y buen drenaje para que la planta tenga un buen rendimiento (Salinas, 2005).

2.5.2 Humedad

El agua es un componente esencial para el crecimiento de las plantas, ya que la mayoría de los procesos metabólicos dependen de su presencia. Además, es importante para mantener la presión de turgencia, disolver solutos, y para el proceso de fotosíntesis (Lösch, 1995). Tanto el déficit como el exceso de agua pueden causar situaciones de estrés en los cultivos. El exceso de agua suele darse en suelos mal drenados y en épocas de lluvia, lo que causa anoxia en las raíces de las plantas, afectando la respiración aerobia y disminuyendo la absorción de minerales y la

producción de biomasa (Baruch, 1994). Por otro lado, el déficit de agua afecta el comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas, lo que disminuye la producción fotosintética y de biomasa. En contraste (Hanson, 1980), menciona que la falta de humedad afecta el desarrollo de los tallos y raíces, mientras que el exceso de humedad afecta la sobrevivencia de las plantas. En su mayoría todas las plantas necesitan agua para crecer y sobrevivir. Sin embargo, el exceso de agua también puede ser perjudicial para su desarrollo. Cuando el suelo está muy húmedo, las raíces pueden sufrir asfixia y morir. Además, la humedad excesiva también puede propiciar la aparición de plagas y enfermedades de la raíz, lo que puede provocar una disminución en la producción o incluso la muerte de las plantas. Por otro lado, cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables, las plantas pueden reiniciar su crecimiento (Islas, 1972).

2.5.3 Reserva de carbohidratos

Por su parte White (1973) sostiene que las reservas de carbohidratos, conocidas como carbohidratos no estructurales totales o carbohidratos totales disponibles, son el resultado de la fotosíntesis en exceso de los requerimientos de crecimiento y mantenimiento. Los carbohidratos se componen de fructanos, un polímero de fructosa similar al almidón, y sacarosa en los pastos de origen templado, mientras que, en los pastos de origen tropical, el almidón y la sacarosa son los carbohidratos de almacenamiento primario. No obstante, se sabe que la temperatura influye en la proporción de acumulación de almidón, sacarosa y fructanos dentro de una especie (Chatterton *et al.*, 1987). Los carbohidratos se almacenan en células vivas del parénquima en órganos tanto por encima como por debajo del suelo. Se emplean para el crecimiento y mantenimiento de las plantas cuando la capacidad fotosintética es limitada, como se evidencia en la disminución de las reservas tras la defoliación. No se ha establecido la cantidad de reservas de carbohidratos necesaria para asegurar la supervivencia de las plantas y mantener el máximo potencial de reemplazo de hojas para especies individuales o grupos de especies. Se ha sugerido que los niveles mínimos de reserva en los pastos oscilan entre el 1 y el 6% de concentración de carbohidratos (Caldwell, 1984).

2.5.4 Meristemos de crecimiento

De acuerdo con Briske (1991), señala que los meristemos de crecimiento son tejidos embrionarios que se encuentran compuestos por células diferenciadas que son capaces de generar tejidos nuevos y órganos especializados, con ayuda de divisiones continuas que permiten el rebrote. La presencia de regiones meristemáticas en los tallos contribuye a acelerar la expansión foliar y el crecimiento general de la planta. Por lo que, en ciertas leguminosas forrajeras, las yemas y meristemos de crecimiento están situados siempre muy cerca del suelo o encubierto, dependiendo del nivel de sobrepastoreo al que se haya sometido, lo que ayuda a la yema a no ser dañada y brotar rápidamente, ya que la velocidad de brotación, en su mayoría ésta influenciada por la existencia de regiones meristemáticas activas de los tallos.

2.5.5 Frecuencia e intensidad de pastoreo

El manejo del pastoreo gobierna parcialmente la intensidad de las interacciones competitivas al regular la frecuencia e intensidad relativas de la defoliación entre las especies de plantas dentro de las comunidades de pastizales (Launchbaugh, 1955). En contraste, las especies de herbívoros afectan la frecuencia relativa, la intensidad y la estacionalidad del pastoreo dentro de las comunidades según las preferencias y las diferencias de comportamiento (Laycock, 1967). La temporada de pastoreo en relación con la progresión del desarrollo fenológico entre especies es un factor importante en la determinación del resultado de las interacciones competitivas. Las especies pastoreadas durante todo su período de crecimiento se encuentran en desventaja competitiva frente a especies que poseen períodos de crecimiento que no coinciden enteramente con la temporada de pastoreo. Las especies que pastan a menor intensidad son capaces de crecer más rápidamente después de la defoliación o que poseen una combinación de estos dos componentes de resistencia, obtienen una ventaja competitiva dentro de la comunidad. Estas especies, al poseer una mayor superficie de cubierta dosel, son capaces de interceptar mayores cantidades de energía solar y asimilar mayores cantidades de carbono, mejorando aún más su capacidad competitiva (Eissenstat y Caldwell, 1988).

2.6 Importancia de la biomasa aérea

Hernández *et al.* (2003), mencionan que se le conoce como biomasa aérea a la suma de todos los componentes de un árbol, materia orgánica de hojas, ramas, troncos, tallos y su corteza, su interpretación es mediante métodos directos e indirectos. La importancia de biomasa aérea dependerá de la cantidad de carbono almacenado después de la defoliación, cualquier cambio sobre el ecosistema genera daños ambientales que incurren en el ciclo del carbono. Por lo tanto, su medición y manejo es fundamental para evaluar el estado de salud de cualquier ecosistema, y su capacidad de mitigar el cambio climático. Su gestión adecuada es esencial para mantener la salud de los ecosistemas (García *et al.*, 2020).

2.7 Métodos para estimular la biomasa aérea

Por su parte Álvarez (2008), menciona que los modelos alométricos son ecuaciones alométricas que describen una línea curva representa la relación entre la biomasa y el diámetro de la planta de vital importancia ya que permiten estimar la biomasa aérea en cada uno de sus componentes, se utilizan para estimar la biomasa de un organismo a partir de sus medidas físicas, como el peso, la altura o la longitud. Estos modelos se basan en la relación entre distintas medidas físicas de un organismo y su masa total, y son útiles para estimar con rapidez y precisión la biomasa de una población o de un ecosistema en su conjunto. Para poder establecer un modelo alométrico se tiene que seguir varios procesos que comprende en la selección del sitio, las especies estimación del tamaño de la muestra; seleccionar los individuos a muestrear; pesaje y medición de los individuos, probar los modelos genéricos y seleccionar le mejor modelo alométrico (Segura *et al.*, 2008).

2.7.1 Directos

La estimación directa de la biomasa aérea es un método destructivo dentro de los que el más común es el de la cosecha, donde se corta toda la planta para secarla y pesarla. Sin embargo, este método tiene limitaciones cuando en estudios ecológicos se requieren mediciones de biomasa de las mismas muestras en repetidas temporadas de corte (Lerma y Orjuela, 2014).

Aunque los métodos directos son los más comunes ya que tradicionalmente se han usado para la determinación de la biomasa en plantas y árboles, no se adecuan al medio ambiente natural pues llevan implícita la tala de muchos árboles y mayores requerimientos de tiempo y laboriosidad para su procedimiento (Montes *et al.*, 2000).

2.7.2 Indirectos

La estimación indirecta de la biomasa aérea se puede llevar a cabo mediante fórmulas que utilizan ecuaciones matemáticas generadas a través del análisis de regresión lineal y no lineal. Estas ecuaciones se establecen entre las variables de biomasa, diámetro, altura, cobertura y densidad específica. En México, se han utilizado diversas ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de diferentes especies de árboles o parcelas forestales. La combinación de ambas técnicas es la forma convencional de medir la materia orgánica (Abich *et al.*, 2018; Kebede y Soromessa, 2018).

2.8 Componentes del rendimiento

2.8.1 Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca (RMS) es una medida esencial en la producción de forraje. La materia seca se refiere a la porción del producto que queda después de haber eliminado toda su humedad. Esta medida es crucial porque el contenido de agua puede variar significativamente y afectar la calidad y cantidad del producto final. Para calcular el rendimiento de materia seca, primero se debe recolectar una muestra representativa del forraje o producto en cuestión. Luego, se debe secar esta muestra para eliminar toda la humedad, y se expresa mayormente en porcentaje y/o en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS ha^{-1}). Este proceso de secado puede realizarse de diferentes maneras, como mediante el uso de aire caliente o secado forzado en un horno o secador. Una vez que se ha eliminado toda la humedad, se debe pesar la muestra nuevamente para determinar su peso seco. Un mayor rendimiento de materia seca generalmente indica una mayor producción y una mayor eficiencia en la utilización de los recursos disponibles (Fuentes, 2022).

2.8.2 Composición botánica morfológica

La composición botánica morfológica es la estructura de las plantas que permite conocer y reconocer cada una de sus partes. Es importante conocerlas para diferenciar una planta de otra y analizar su valor para la producción de forraje, siendo la hoja el componente más importante. Los componentes principales son hoja, tallo y raíz, divididos en dos grupos: tallos y hojas son vástagos que se orientan hacia la luz en un ambiente aéreo, mientras que las raíces se dedican a fijar y absorber nutrientes del suelo. Las plantas vasculares tienen dos porciones básicas que viven en diferentes medios (Ingrouille, 1992).

2.8.3 Relación:hoja/tallo

La relación entre la hoja y el tallo es un factor importante para determinar la calidad del forraje producido. Esta relación se calcula dividiendo el peso de la materia seca de la hoja y el tallo. A medida que la planta avanza en su edad fenológica, su madurez aumenta y la relación hoja-tallo cambia, ya que el peso de la hoja disminuye y el del tallo aumenta, lo que resulta en un forraje de baja calidad. Para considerar un forraje de excelente calidad, se prefiere una mayor cantidad de hojas que de tallos en las especies forrajeras de alta calidad. Los ganaderos están especialmente interesados en la acumulación de forraje asegurado de las hojas, que son las más preferidas y adecuadas para la alimentación animal (Quiroga *et al.*, 2008).

2.8.4 Altura de la planta

El método más seguro para estimar el rendimiento de forraje es a través de la altura, que se determina antes de cada pastoreo o corte de la pradera. La altura presenta una relación positiva con el rendimiento de materia seca y la confiabilidad de producción de forraje, lo que permite calcular la cantidad de forraje que se produce. La altura se mide con un método indirecto de medición, gran parte de la planta está influenciada por la producción de forraje. Teniendo en cuenta que las alturas altas pueden afectar la producción, ya que las plantas altas tienen más probabilidad de caer o acostarse, lo que disminuye la cantidad de forraje. Por lo tanto, es esencial seguir midiendo la altura de la pradera antes de cada pastoreo o corte para asegurar una producción óptima de forraje (Adams *et al.*, 1977).

2.8.5 Radiación interceptada

De acuerdo con Sage y Kubein, (2007) han señalado que a medida que aumenta el índice de área foliar, también se incrementa la cantidad de luz interceptada y, por lo tanto, la tasa de crecimiento y altura de la planta. Sin embargo, el aumento del área foliar puede provocar una menor calidad de luz para las hojas en los estratos inferiores, lo que resulta en una disminución del crecimiento y la tasa de asimilación neta. Por lo tanto, el mayor rendimiento de los forrajes coincide con el mayor índice de área foliar y altura de la planta (Galvis *et al.*, 2001). En cuanto al punto óptimo de cosecha, algunos autores han observado que, en especies templadas y gramíneas tropicales, este se alcanza cuando las plantas llegan al 95% de intercepción luminosa, lo que se relaciona con la mayor contribución de hojas al rendimiento y con una baja acumulación de material muerto (Wilson *et al.*, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y periodo del estudio

El presente estudio se realizó en el Rancho Ganadero Experimental “Los Ángeles”, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se encuentra ubicado a 34 Km de Saltillo, Coahuila, México, con una altitud de 2,150 m. Con coordenadas geográficas de entre los 25° 04’ 12” y 25° 08’ 51” latitud norte y 100° 58’ 07” y 101° 03’ 12” longitud oeste (Figura 3). El estudio comprendió nueve cortes semanales (15 de octubre a 10 de diciembre 2022). El clima predominante según al sistema de clasificación de climas de Köppen de acuerdo con García (2004), el clima es semiárido, con frescos inviernos, usando la formula climática (BWhw (x’) (e)), obteniendo un promedio anual de temperatura entre y una precipitación media anual de 450 a 550 mm, distribuida en verano.

El uso actual de la tierra es la ganadería extensiva, la zona está dividida por colinas que forman valles aislados dominados por pastizales naturales mezclados con matorrales desérticos. En las laderas de la sierra domina el pastizal desértico rosetófilo, mientras que las laderas más altas y los cañones están cubiertos por bosques de pino piñonero asociados a chaparral (Chávez, 2021).

La zona está dominada por gramíneas nativas como *Buddleja scordioides* Kunth y hierba de búfalo *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) Columbus. Las especies dominantes son *Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus, *M. arenicola* Buckley y *Dychoriste linearis* (Torr. & A. Gray). También crecen en la zona arbustos distribuidos aisladamente de *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck y *Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth (Domínguez, 2019).

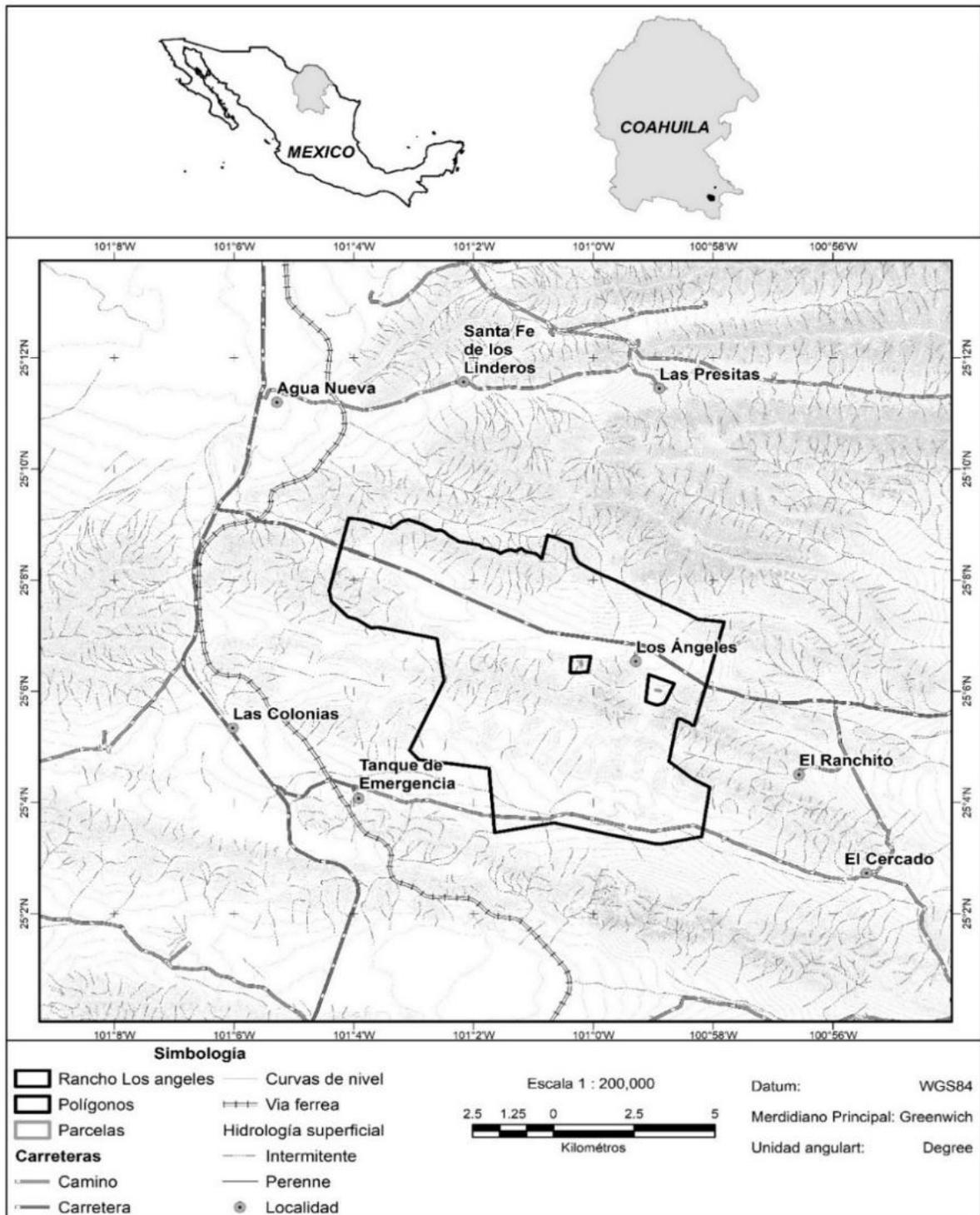


Figura 3. Localización Geografía del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, Saltillo, Coahuila, México.

3.2 Diseño experimental y tratamientos

En el área de estudio del zacatal de *Amelichloa clandestina* se establecieron tres parcelas, cada parcela tuvo un área determinada de 3×15 m. Los tratamientos fueron nueve edades de rebrote en la estación de otoño, con tres repeticiones cada tratamiento.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Rendimiento de materia seca total

El muestreo se realizará durante nueve semanas en la estación de otoño, en donde se cosechó el rebrote de cuatro individuos de *A. clandestina* por repetición, El forraje cosechado se colocó en bolsas de papel etiquetadas, y se sometió a un proceso de deshidratación en estufa de aire, a temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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}).

3.3.2 Composición morfológica

Después de cada muestreo las plantas cosechadas para rendimiento de forraje, fueron divididas en hoja, tallo, material muerto. Cada componente se secó en la estufa de aire forzado se prosiguió a tomar sus datos de peso seco y se estimó la aportación de cada uno al rendimiento total, en kg MS ha^{-1} y porcentaje (%) utilizando las siguientes formulas:

$$\text{CM (\%)} = \frac{[\text{Peso total del componente}]}{\text{Peso total de la CM}} \times [100]$$

$$\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1} = \frac{[\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1} \text{ componente}^{-1}]}{\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}} \times [100]$$

3.3.3 Altura

Para estimar el promedio de la altura de planta de *A. clandestina* en cada repetición, se tomaron al azar 12 lecturas. Para ello, se utilizaron los métodos de la regla y el plato, los cuales se colocaron al azar en cada parcela, de forma que la parte inferior de la regla y el plato (0 cm) quedará a nivel del suelo. Cada uno de 100 cm con graduación de 1 mm de precisión. Obtenidas las lecturas de cada repetición, se calculó el promedio de altura de planta por cada repetición.

3.3.4 Intercepción luminosa

Para la determinación del porcentaje de luz interceptada, se utilizó la barra light o sensor de quantum de 70 cm de longitud, modelo PS-100, Apogee, Inst, Utah, USA, ubicándola de manera horizontal con una orientación norte – sur y nivelada mediante la burbuja a la hora de tomar la lectura. Se tomaron tres lecturas por cada repetición antes de realizar el corte, entre de 12:00 y 13:00 horas, horario en la que los rayos del sol inciden de forma perpendicular sobre la superficie de las parcelas. Las lecturas fueron sobre el dosel y debajo del dosel de las plantas, para que con las primeras se registrara la luz recibida (100 %) y la lectura bajo el dosel representara la luz que no interceptó la planta, que se considera como la energía lumínica no aprovechada para la fotosíntesis. Con los registros de estas lecturas se calculó el porcentaje de luz interceptada por repetición, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ LI} = 100 - (\text{LT} * 100) / \text{LR}$$

Donde:

% LI = Porcentaje de luz interceptada.

LR = Cantidad de luz recibida ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ nm}^{-1}$).

LT = Cantidad de luz transmitida ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ nm}^{-1}$).

3.3.5 Relación:Hoja/Tallo

Los datos originados a partir de la composición morfológica (hoja y tallo) fueron utilizados para estimar la relación hoja: tallo mediante la siguiente formula:

Dónde:

R:H/T = Relación del peso de la hoja, respecto a la del tallo

H = Peso de la hoja (g MS planta⁻¹)

T = Peso del componente tallo (g MS planta⁻¹)

3.4 Análisis estadístico

Para determinar el efecto días después del trasplante sobre las variables evaluadas, se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS estadístico para Windows versión 9.0 (SAS institute, 2011) realizando una comparación de medias con la prueba Tukey (p<0.05).

Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}= Valor de la variable de respuesta en el tratamiento i, repetición j

μ= Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_i= Efecto del i-ésimo bloque

ε_{ij}= Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento de materia seca total

En la Figura 4, muestran los rendimientos de materia seca (RMS) del zacate picoso (*A. clandestina*) cosechado en la estación de otoño de 2022, a diferentes días de rebrote (DDR). La tendencia se ajustó a una ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.83. Se presentaron diferencias estadísticas entre días de rebrote ($p < 0.05$), en la producción de materia seca total y de sus componentes morfológicos al ser evaluados a diferentes DDR. A los 56 días de rebrote se registró el mayor RMS (kg MS ha⁻¹), con un promedio de 967.1 kg MS ha⁻¹. En contraste, los menores rendimientos obtenidos se observaron al inicio del experimento, a los 7 DDR con 228 kg MS ha⁻¹, con una disminución respecto a los valores más altos del 23 %. De igual manera se observó un comportamiento ascendente en el rendimiento de RMS acuerdo con los DDR, sin embargo, a los 28, 35, 42, 49, 56 y 63 DDR los resultados de los rendimientos fueron estadísticamente similares ($p \leq 0.05$), con promedios de 980, 993, 1001, 782, 1086 y 961 kg MS ha⁻¹ respectivamente.

Los resultados y rendimientos mostrados en el presente estudio comparte cierta similitud de acuerdo con Juanes *et al.*, (2022), donde obtuvieron datos similares; en su investigación respuesta al corte y tratamiento con el zacate picoso (*A. clandestina*), donde se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los resultados de RMS en su experimento, el trabajo se conformó por tres tratamientos, los cuales fueron; defoliación del zacate (T1), aplicación de herbicida (glifosato; T2) y control (T3 = parcelas no perturbadas). Donde el mayor rendimiento obtenido fue de 720 kg MS ha⁻¹ en el (T1) donde se empleó el corte manual de 10 cm de la planta, los demás tratamientos se vieron afectados por las condiciones climáticas. Ya que los factores ambientales (precipitación y temperatura) y de manejo (cosecha a diferente edad de rebrote) determinaron la dinámica del RMS y la proporción de los componentes morfológicos. El mayor RMS se obtuvo cuando se cosechó de la cuarta a la octava semana y se estima que el forraje gestionado tendría mayor valor nutritivo, ya que, según Pérez *et al.*, (2004), a mayor conformidad de hojas, el contenido de nitrógeno en la RMS es mayor, lo cual se traduce en un forraje con mayor contenido de proteína cruda.

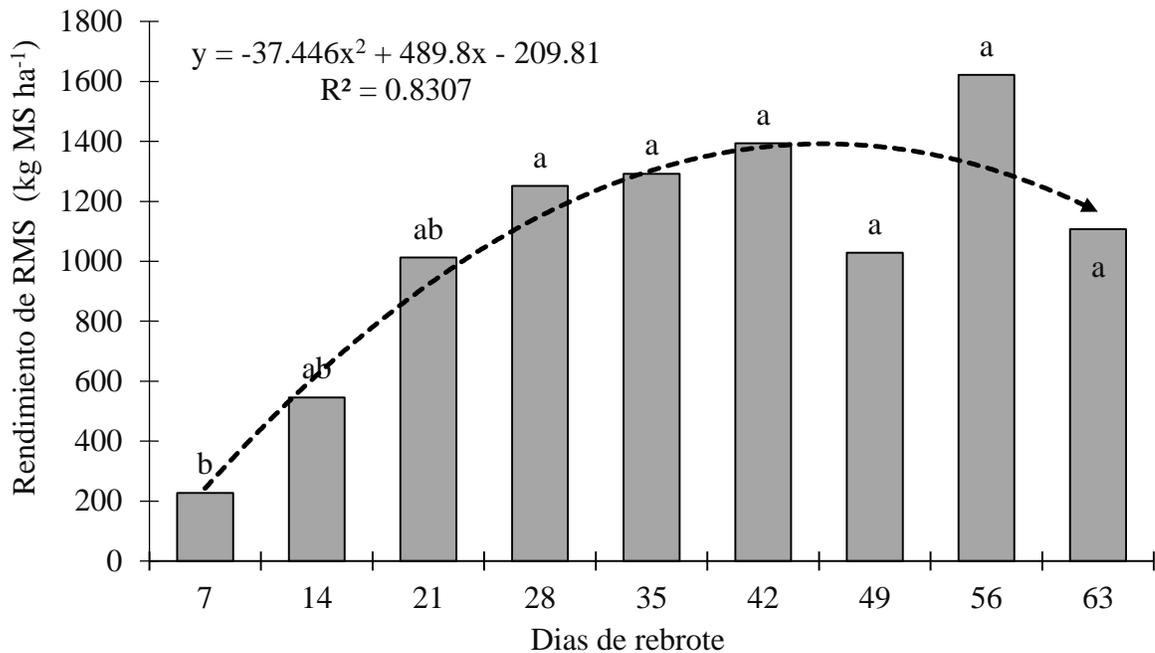


Figura 4. Rendimiento de materia seca total (kg MS ha⁻¹) del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

4.2 Componentes del rendimiento

4.2.1 Aportación de hoja al rendimiento total

En la Figura 5, se muestra el aporte del componente hoja en relación a los días de corte posteriormente el componente hoja a los 63 DDR aporta 585 kg MS ha⁻¹, siendo este el 44% de biomasa aérea total obtenida, siendo el mejor resultado de RMS. No obstante, la menor disminución de materia seca se registró en el corte a los 7 DDS con 99 kg MS ha⁻¹, que fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$), al resto de los cortes, como consecuencia da el menor aporte al RMS total. En comparación, con los resultados en el presente estudio, se obtuvo como mejor resultado a los 63 DDR. Por su parte Soto (2023), evaluó el zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) donde se registró que el componente hoja hizo el mayor aporte al RMS hasta los 36 DDR, también fue la que mayor aporte hizo al rendimiento de materia seca total, desde los 22 hasta los 120 DDR con un promedio total de 0.05 gr MS planta⁻¹.

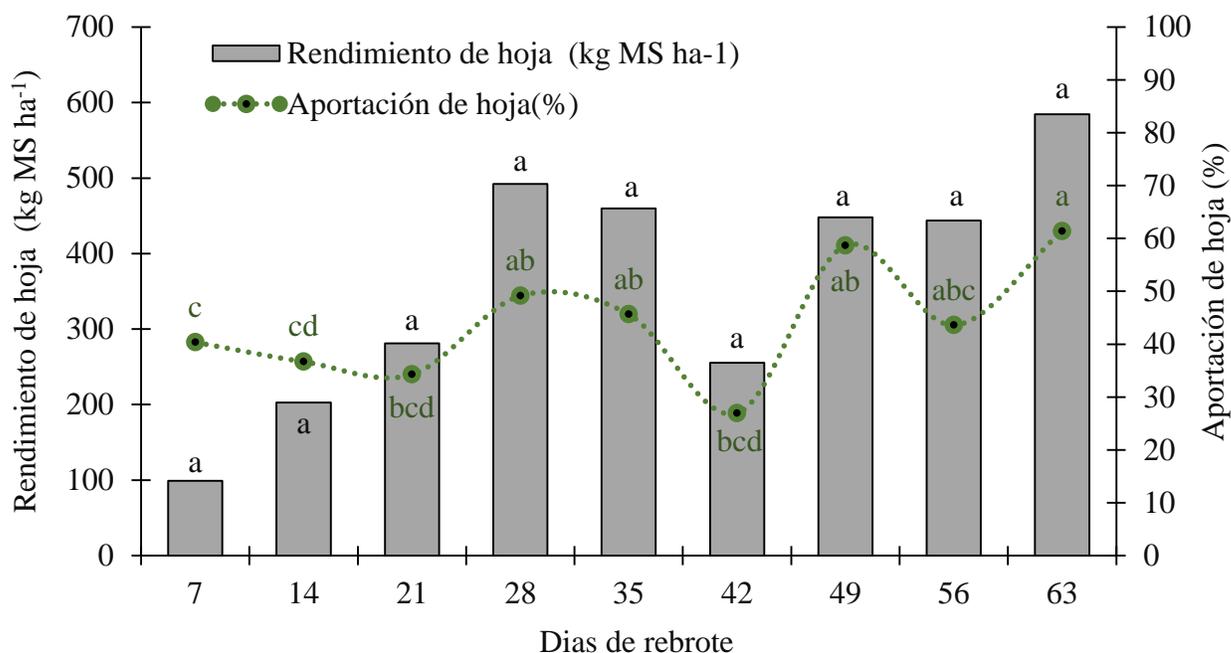


Figura 5. Rendimiento de hoja (kg MS ha⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

4.2.2 Aportación de tallo al rendimiento total

En la Figura 5, se muestra el componente tallo y su correspondiente aportación en relación a los DDR. Se acató que la contribución superior al RMS total se dio al momento de los 56 DDR con 380 kg MS ha⁻¹, mientras tanto el aporte inferior sucedió a los 7 DDR con 68 kg MS ha⁻¹, siendo el segundo componente después de la hoja que mayor aporte hizo al rendimiento total en referencia a los demás componentes morfológicos con un 29 % a la producción de materia seca. De acuerdo con Santiago (2023), en contraste a su investigación de Zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (kunth) Lag. Ex Griffiths)] el tallo fue el segundo componente que más aportó pro medialmente, con un valor del 27% respectivamente, esto a los 35 DDR.

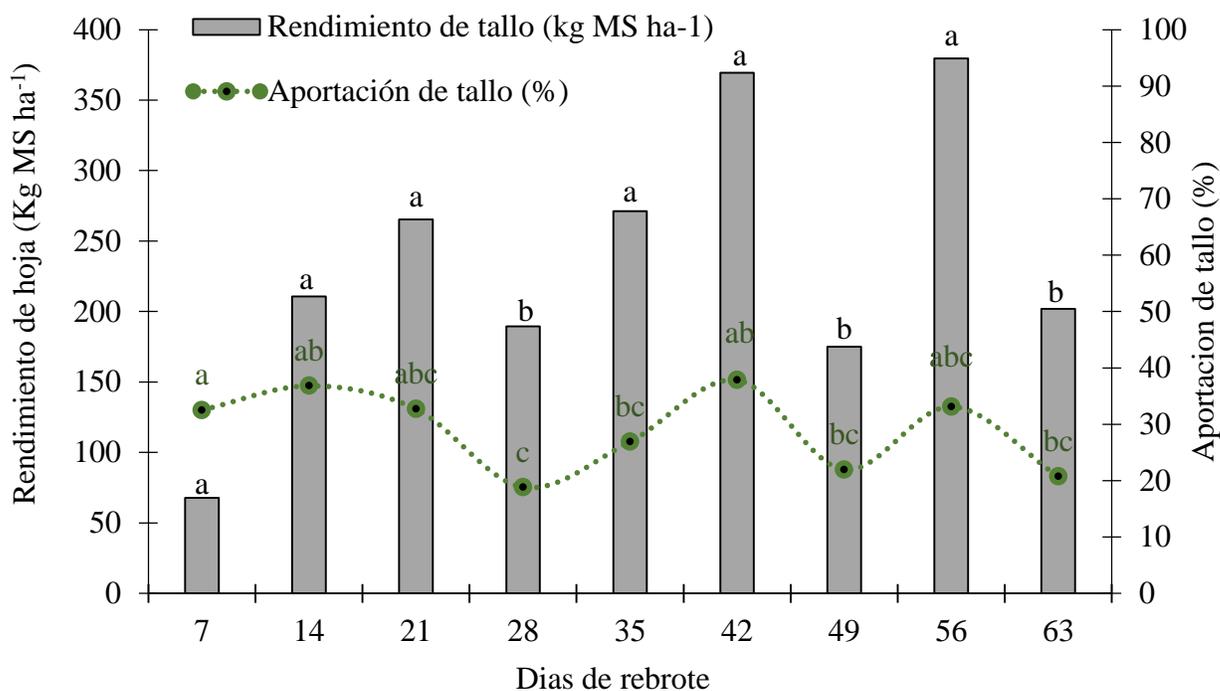


Figura 6. Rendimiento de tallo (kg MS ha⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

4.2.3 Aportación de material muerto al rendimiento total

En la Figura 6, se representa al componente material muerto (MM) y su relativa contribución. Se puede contemplar que el MM se incrementó significativamente en el corte a los 14 DDR con 153 kg MS ha⁻¹, logrando incrementarse paulatinamente hasta lograr alcanzar el máximo rendimiento de biomasa a los 42 DDR, donde el mayor crecimiento obtenido fue de 376 kg MS ha⁻¹, y un aporte del 35 % al rendimiento total. Se consiguió registrar que el MM comenzó obtener inconsistencia a los 49 y 63 días DDR, ya que durante esos cortes la planta estaba en fase final de su crecimiento o fase fenológica, no obstante, al presentarse en el corte realizado a los 56 DDR, el rendimiento sufrió un auge exponencial, alcanzando los 262 kg MS ha⁻¹, aportación que fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$) al corte 49 y 63 DDR.

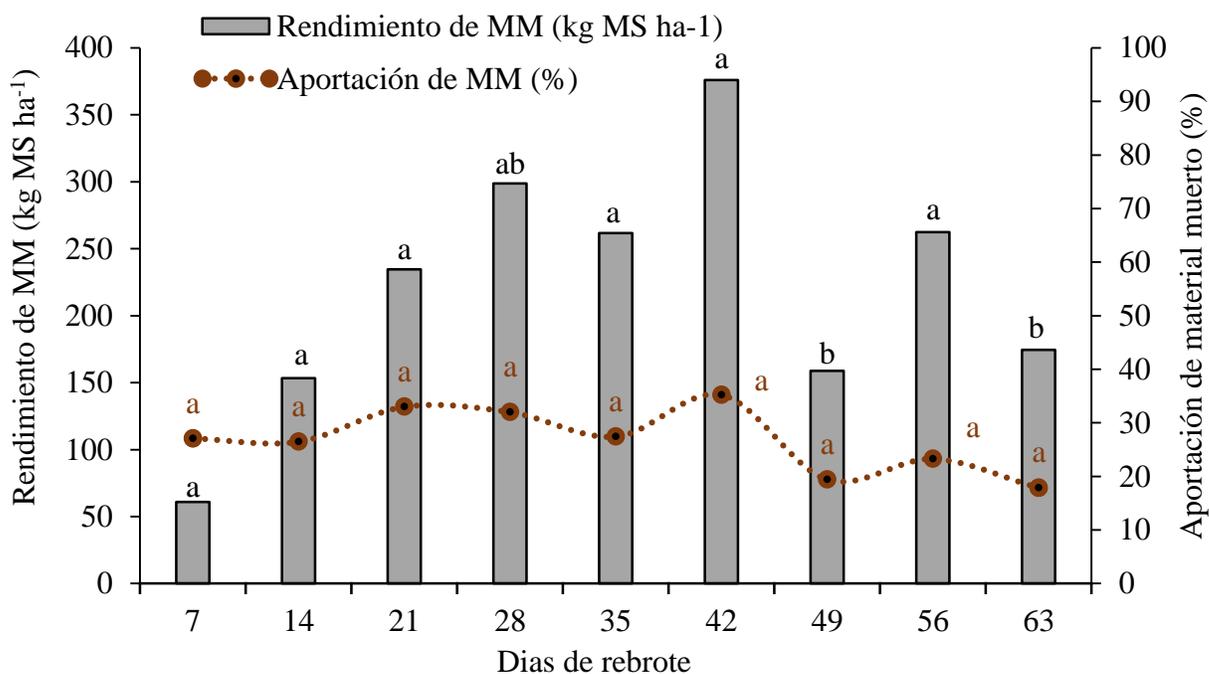


Figura 7. Rendimiento de material muerto (kg MS ha⁻¹) y porcentaje de aportación al rendimiento total de materia seca (RMS) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$). MM = Material muerto.

4.3 Altura de la planta

En la figura 8 se aprecia la altura de la planta, cosechada en diferente edad de rebrote (DDR). Donde la tendencia que se ajustó fue una ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.92 para el método de la regla y para el plato de igual manera se estableció una ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.43. Se muestra una tendencia creciente en relación con los DDR, se presentó un comportamiento ascendente conforme aumento la edad de la planta estimadas por el método de la regla y el plato. Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el promedio entre los dos métodos, donde el mayor registro se obtuvo en los 42 DDR llegando a 25 cm de altura sin mostrar diferencia significativa ($p < .005$) en relación con los 28 y 35 DDR que presentaron 23 cm respectivamente; teniendo una tendencia descendente en los 56 y 63 DDR, posiblemente por el efecto de las

condiciones climáticas presentes en la estación. La mínima altura de planta se registró al comienzo de la investigación, a los 7 DDR, con un valor de 14 cm.

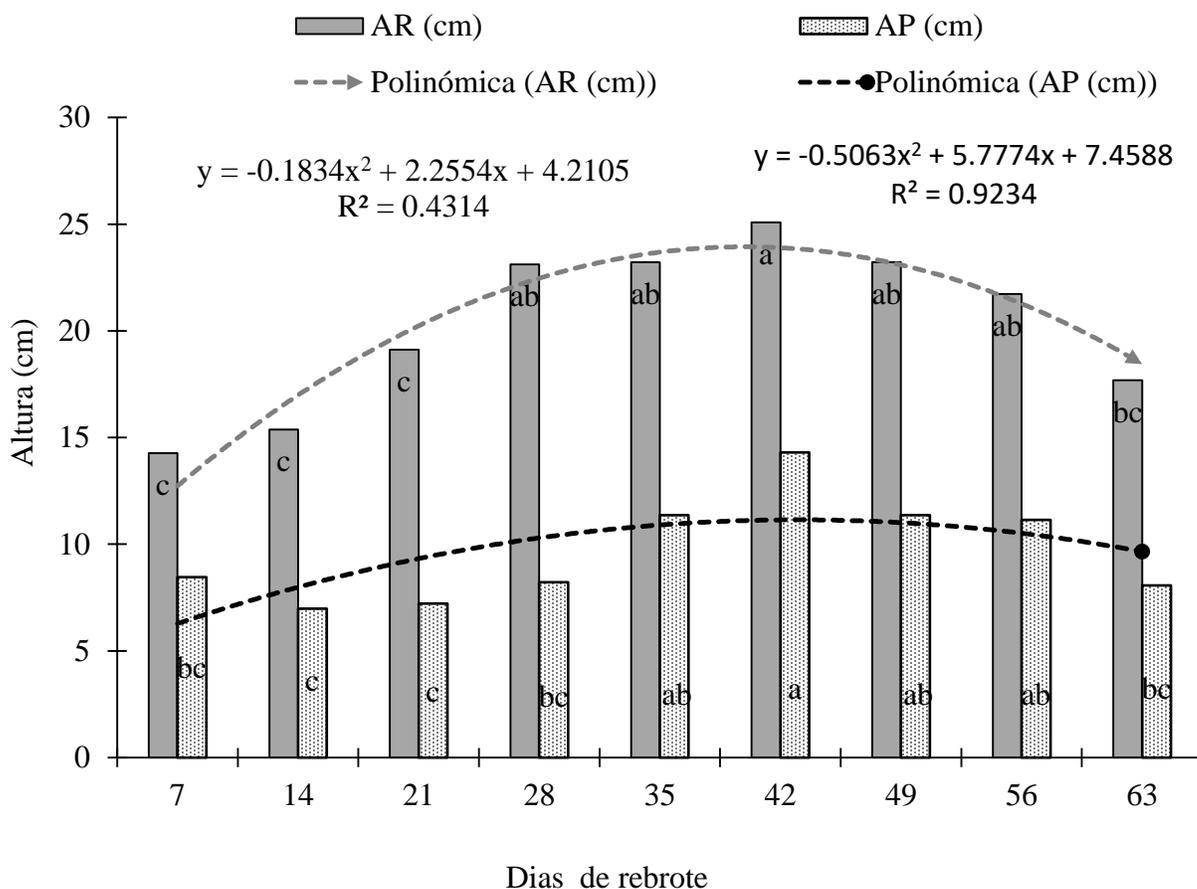


Figura 8. Altura de la planta (cm) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

Juanes *et al.* (2022), en la misma estación trabajaron con dos sitios con tres tratamientos cada uno, obtuvieron los resultados cada mes, donde se reportaron dos medias de altura para la misma especie, para el sitio uno se mostró 50 y 47 cm, para el sitio dos obtuvieron 53 y 46 cm respectivamente mencionando que la altura de planta puede tomarse como un estimador de rendimiento de biomasa en (*A. clandestina*), como un método indirecto. Por su parte Santiago (2023) encontró que en Zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (kunth) Lag. Ex Griffiths)] bajo condiciones de invernadero en la estación de primavera la altura máxima se presentó a los 90

DDR con 84 cm y la mínima a los 15 DDR con 21 cm. Lo que nos indica que la estación de corte puede ser una variable muy importante en obtener el punto óptimo de corte de acuerdo a las condiciones de la estación y las condiciones climáticas a las que están sometidas las plantas, y esto llega a guardar una ajustada relación con la biomasa o cantidad de materia seca de un zacate.

4.4 Intercepción luminosa

En la Figura 9, se registra el promedio de la radiación interceptada durante la estación de otoño, ajustándose una tendencia a una ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.93. No se presentaron diferencias significativas entre los DDR ($p \geq 0.05$), donde se mostró que el porcentaje mayor registrado ocurrió en los 56 DDR, con un valor de 15.81 %. El porcentaje menor registrado se logró obtener en los 7 DDR, mostrando un valor de 9.38 %.

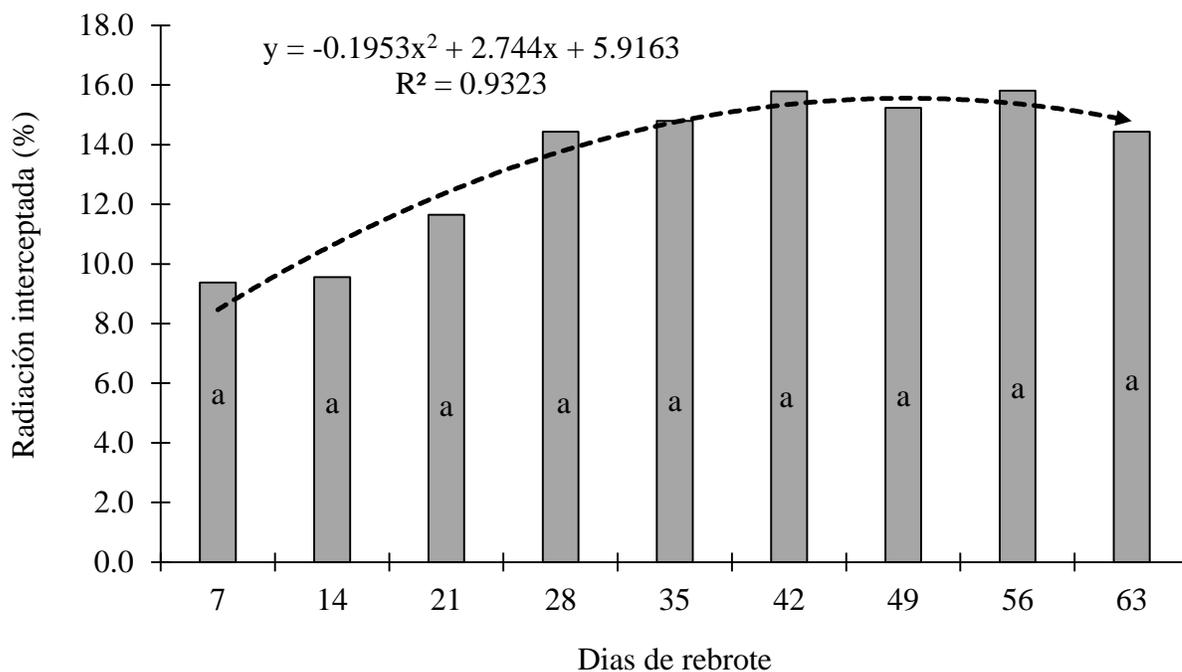


Figura 9. Radiación interceptada (%) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

En los 14 DDR se observó un incremento del porcentaje de intercepción a medida que avanzaba el tiempo, esto se atribuyó a que estas variables de alguna manera se encuentran relacionadas entre sí, ya que la planta tenía menos tallos debido a la defoliación, y aumentó con el tiempo a medida que se recuperaba y comenzaba a interceptar más luz solar. y se observó una disminución del radiación interceptada a medida que avanzaba el tiempo, esto se atribuyó al efecto de la estación en la supervivencia de la planta, ya que los individuos de *A. clandestina* estaban muertos en su mayoría a los 63 DDR, por lo tanto, ya no pudo generar más tallos y con el tiempo el follaje comenzó a degradarse. Según, la tasa de aparición de hojas está positivamente relacionada con la temperatura y la radiación solar a la que está expuesta la planta.

4.5 Relación:Hoja/Tallo

En la Figura 10, se presenta la relación:hoja/tallo (R:H/T), la tendencia se ajustó a una ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.57. Donde no presentaron diferencias significativas entre los DDR ($p < 0.05$), dentro los DDR se registró que el promedio de todos los cortes fue de 0.31. La R:H/T se registró con un valor de 0.56, a los 63 DDR, en contra parte la menor relación alcanzo un valor de 0.23 en los 56 DDR. No obstante, en los 14, 21, 28 y 35 DDR no se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). Lo que pudo ocasionar que se mostrará un declive del peso de hoja por tallo, lo que aumentó el peso de la hoja individual a causa de los DDR a los que se hacían los muestreos, ya que no hubo mucha prolongación entre los DDR y al capturar los datos. La R:H/T no disminuye a medida que el zacate madura, a pesar de lo que algunos investigadores afirman. Esto se debe a un aumento en la biomasa de los tallos y el material muerto, lo cual es necesario para un aprovechamiento óptimo (Calzada *et al.*, 2014).

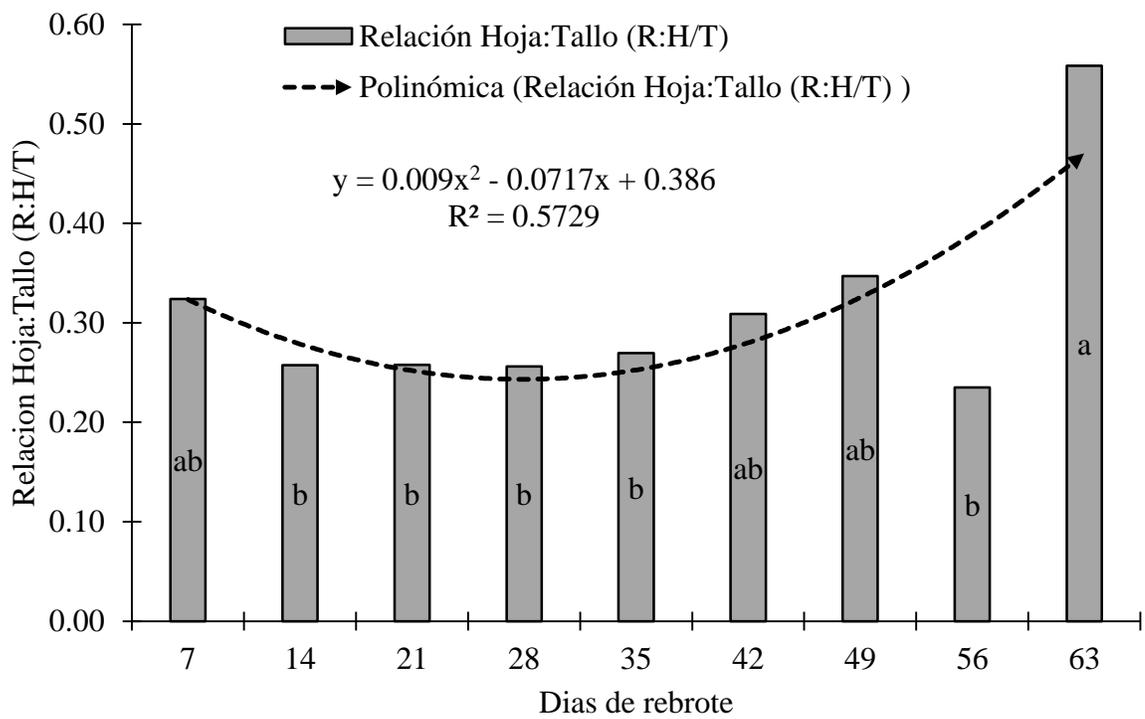


Figura 10. Relación Hoja:Tallo (R:H/T) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) cosechado a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. Medias letras minúsculas sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $p \leq 0.05$).

V. CONCLUSIONES

El rendimiento total de materia seca del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), estuvo influenciado por los componentes morfológicos y los días de rebrote (DDR). Se demostró la relación que mantiene la edad de la planta con el rendimiento de materia seca, a medida que fue en aumento la edad de rebrote, incrementó también el rendimiento de forraje. En cuanto a la composición morfológica la hoja fue el componente que más aportó al rendimiento con 44 %, seguida por el tallo y material muerto con 29 y 27 %, respectivamente. El rendimiento total de materia seca tuvo un incremento constante hasta los 42 DDR, en contraste en los cortes a los 49 y 63 DDR, donde el rendimiento disminuyó. Así mismo el corte a los 42 DDR, superó a los demás en cuanto a altura de planta, medida con ambos métodos, con la regla y plato.

VI. REFERENCIAS

- Abich, A.,** Mucheye, T., Tebikew, M., Gebremariam, Y., Alemu, A. (2018) Ecuaciones alométricas específicas de especies para mejorar las estimaciones de biomasa aérea de ecosistemas de bosques secos caducifolios. *J. Bosque. Res.* 29: 1-14.
- Adams, J. E., & Arkin, G. F.** (1977). A light interception method for measuring row crop ground cover. *Soil Science Society of America Journal*, 41(4), 789-792.
- Álvarez, G.** (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Tesis de Magister. Turrialba, Costa Rica. 80 p.
- Arriaga, M. O. y Barkworth, M. E.** (2006). *Amelichloa*: a new genus in the Stipeae (Poaceae). *SIDA, Contributions to Botany*, 145-149.
- Bailey, D. W., Gross, J. E., Laca, E. A., Rittenhouse, L. R., Coughenour, M. B., Swift, D. M., & Sims, P. L.** (1996). Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49(5), 386–400. <https://doi.org/10.2307/4002919>
- Baruch, Z.** (1994). Response to drought and flooding in tropical forage grass. I. production and allocation of biomass leaf growth and mineral nutrients. *Plant and Soil* 164: 87-96.
- Bidwell, R. G. S.** (1979). *Plant Physiology*. Macmillan Publishers Limited.
- Borrelli, P., Oliva, G.** (2001). Evaluación de pastizales. *Ganadería Ovina Extensiva Sustentable en la Patagonia Austral*. Ediciones EEA INTA Santa Cruz, Argentina, 2001, p. 163-184.
- Briske, D. D.** (1991). Development morphology and physiology of grasses. In: *Grazing Management: an ecological perspective*. Heitschmidt, R. K., Stuth J. W. (ed.). Timber Press, Portland, Oregon, USA. 85-108.
- Caldwell, M.M.** (1984). Requisitos de las plantas para un pastoreo prudente, pág. 117-152. En: *Desarrollo de estrategias para el manejo de pastizales* Westview Press, Boulder, CO. EE. UU.

- Calzada, M. J. A.,** Enríquez, Q. J. F., Hernández, G. A., Ortega, J. E., Mendoza, P. S. I., (2014). Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 5, núm. 2, abril-junio, 2014, pp. 247-260
- Cárdenas, J. M.** (2019). Análisis de crecimiento de cuatro pastos tropicales durante el establecimiento de una pradera. Tesis de Doctorado. Colegio de postgraduados. 132 p.
- Chapman, D. F. (1993).** Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*, Palmerston North and Rockhampton, 1993 (pp. 95-104). Sir Publishing.
- Chatterton, N. J.,** Harrison, P. A., Bennett, J. H., y Thornley W. P. (1987). Las concentraciones de fructano, almidón y sacarosa en el pasto de trigo crestado y el pasto rojo se ven afectadas por la temperatura. *Fisiol vegetal. Bioquímica*. 25:617-623.
- Clark, G. A.,** y Smajstrla, A. G. (1996). Design considerations for vegetable crop drip irrigation systems. *HortTechnology*, 6(3):155-159.
- Colabeli, M.,** Agnusdei, M., Mazzanti, A. y Labreuveux, M. (1998). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín Técnico* No. 148.
- Coronado, M. H. E.,** Castillo, A. M., Cerecedo, M. S., Romo, R. C., y Castro, J. J. (2005). Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad-sequía en tres tipos de suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43(1), 101-115. ISSN: 0040-1889. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343105>
- Da Silva, S.** y Hernández, G. (2010). Manejo del pastoreo en praderas tropicales. *In: los forrajes y su impacto en el trópico*. Chiapas, México. Velasco ME editor. UNACH.
- Domínguez, A. A. A.** (2019). Evaluación de la infiltración final y la producción de sedimentos en cinco tipos de vegetación, bajo tres intensidades de lluvia, en la microcuenca “Los Ángeles” Saltillo, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Duffey, E., Morris, G. J., Sheail, L., Ward, D. A., Wells, T. C y Wells, E. (1978).** Grassland ecology and wildlife management, London Chapman & Hall, Inglaterra, 281 pp.
- Duthil, J. (1989).** Producción de forrajes. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.367 p.
- Eissenstat, D. M y Caldwell, M. M. (1988).** La capacidad competitiva está vinculada a las tasas de extracción de agua: un estudio de campo de dos pastos y matas terrestres. *Oecología (Berlín)* 75:1-7.
- Eskelinen, A., Elwood, E., Harrison, S., Beyen, E., & Gremer, J. R. (2021).** Vulnerability of grassland seed banks to resource-enhancing global changes. *Ecology*, 102(12), e03512. <https://doi.org/10.1002/ecy.3512>
- Espinoza, C., y Ramos, G. (2001).** El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. *Folleto para productores*, (22), fundación produce de Aguas calientes e INIFAP. Campo experimental pabellón. Cimoc-inifap. 11 p.
- Espinoza, C., y Ramos, G. (2001).** El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores, (22):11. <https://fliphtml5.com/gbfd/yrbl/basic> (03, marzo, 2024).
- FAO, (2002).** Dirección de Producción y Protección Vegetal 90 Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas Dirección de Producción y Protección Vegetal, organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma, 2002, ISBN 92-5-302719-3.
- Fisher, M. J., Rao, I. M., Ayarza, M. A., Lascano, C. E., Sanz, J. I., Thomas, R. J., Y Vera, R. R. 1994.** Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature*, 371(6494), Pp 236-238.
- Fuentes, A. E. H. (2022).** Comportamiento productivo estacional de tres especies forrajeras bajo condiciones del sureste de Coahuila México. Tesis. de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 24 p.
- Fuhlendorf, S. D., Davis, C. A., Elmore, R. D., Goodman, L. E., & Hamilton, R. G. (2018).** Perspectives on grassland conservation efforts: should we rewild to the past or conserve for the future?. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 373(1761), 20170438. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0438>

- Galvis, S. A.,** González, H. V. A., Hernández, G. A., Pérez, J., Vaquera, H. H., y Velasco, Z, M. (2001). Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). Técnica Pecuaria en México.
- García, A. T.** (2021). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempre verde piemontano sometido a grados de intervención. 24: 4-6
- García, E.** (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez P., A. R.,** y Guerrin M, L. E. (2011). Evaluación del crecimiento de gramíneas forrajeras sembradas bajo un monte de *Eucalyptus ssp globulus*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía Universidad de la Republica, Montevideo Uruguay, 36-37 p.
- Hanson, A. A.,** Barnes, R. D. K. & Hill, A. (1988). Alfalfa and alfalfa improvent. American Society of Agronomy Inc. Madison, USA. 1084 p.
- Hanson, C. H. (1980).** Ciencia y Tecnología de la Alfalfa. Comp. Por C. H. Hanson. Montevideo, Hemisferio Sur; 2: 529 p.
- Hernández, P. R.** (2017). Biomasa aérea y factores de expansión en plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. 51: 2-4.
- Hunt, R.** (1990). Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold. London, England.
- Hunt, R.** (2002). A Modern Tool for Classical Plant Growth Analysis. Ann. Bot. 90, 485– 488.
- Ingrouille, M.** (1992). Diversity and Evolution of Land Plants. Chapman & Hall.
- Islas, S. M.** (1972). Ensayo de 13 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en condiciones de temporal en el Valle de Toluca, México. Toluca. México. 41 p.
- Jiménez, M. A.** y Martínez, H. P. A. 1984. Utilización de praderas. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 p.

- Juanes-Marquez, S., Alvarez-Vazquez, P., Encina-Dominguez, J. A., Mellado-Bosque, M., Garcia-Martinez, J. E., & Flores-Naveda, A. (2022).** Response to cutting and herbicide treatment of Mexican needlegrass (*Amelichloa clandestina*) in northeastern Mexico.
- Jurado, G. P., Velázquez, M. M., Sánchez, G. R. A., Álvarez, H. A., Domínguez, M. P. A., Gutiérrez, R., y Chávez, R. M. G. (2021).** Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12, Pp 261-285.
- Kebede B, Soromessa. T (2018).** Ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa aérea de *Olea europaea L. subsp. cuspidata* en el bosque Mana Angetu. *Ecosistema. Sostenimiento de la salud*. 4: 1-12.
- Launchbaugh, J. L. (1955).** Cambios en la vegetación en la pradera de San Antonio asociados con el retiro del pastoreo y el abandono del cultivo *Ecol. Monogr.* 25:39-57.
- Laycock, W. A (1967).** Cómo el pastoreo intenso y la protección afectan las praderas de artemisa. *J. Gestión de rango.* 29:206-213.
- Lösch. R. (1995).** Plant water relations. *In: Physiology, Progress in Botany.* Springer, Forlag, Berlin. 56: 55-96.
- Lupatini, M., Suleiman, A., Jacques, R., Lemos, L. N., Pylro, V. S., Van Veen, J. A., Kuramae, E. E., & Roesch, L. (2019).** Moisture Is More Important than Temperature for Assembly of Both Potentially Active and Whole Prokaryotic Communities in Subtropical Grassland. *Microbial ecology*, 77(2), 460–470. <https://doi.org/10.1007/s00248-018-1310-1>
- McVaugh, R., (1983).** Gramineae. En: Anderson W. R. (ed.). *Flora NovoGaliciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico, Vol. 14.* The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- Morales, J. T (1999).** Análisis de sistemas de producción intensiva de forrajes. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 19-20 p.
- Pérez, A. J. A., García, M. E., Enríquez, Q. J. F., Quero, C. A. R., Pérez, P. J., y Hernández, G. A. (2004).** Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno

en hojas de pasto “mulato” (Brachiaria híbrido, cv.). *Técnica Pecuaria en México*, 42(3), 447-458.

Petermann, J. S., & Buzhdygan, O. Y. (2021). Grassland biodiversity. *Current biology: CB*, 31(19), R1195–R1201. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.060>

Pimentel, D., R. Zúñiga y D. Morrison. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: Pp 273-288.

Quiroga, R. E., Ávila, R., Ferrando, C. A., Blanco, L. J. (2008). Dinámica de la calidad y de material verde en los componentes morfológicos de dos gramíneas nativas del Chaco Árido. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. 15-16 de octubre, San Luis, Argentina. Pp. 484-485.

Retallack, G. J. (2013). Global cooling by grassland soils of the geological past and near future. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 41, 69–86. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-050212-124001>

Rodríguez, S. F. (1989). Fertilizantes. *Nutrición Vegetal*. A. G. T. Editor, S. A. México, 157 p.

Russell, M. L., y Landers, Jr. R. (2017). Mexican needlegrass. Texas A&M AgriLife Extension Service, Pp 1-3.

Sage, R. F., y Kubien, D. S. (2007). The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant, cell & environment*, 30(9): 1086-1106.

Salinas, C. S. (2005). Pasado, presente y futuro de la alfalfa en México. Ficha técnica de Semillas Berenten, SA de CV Departamento de investigación y desarrollo. 20 p. www.sebesa.com.mx.

Salisbury, F. B., Ross, C. W., Alonso, J. M. (2000). *Fisiología de las plantas: Células: agua, soluciones y superficies* Ed. Thomson. Paraninfo. Pp. 305.

Santiago, V. F. G. (2023). Análisis de crecimiento de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)] en condiciones de invernadero. Tesis. de licenciatura.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
27-29 p.

Segura, M y H. J. Andrade (2008). ¿Cómo hacerlo? ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?. *Agroforesteria de las Américas* 46: 89-96

Soto, S. A. R. (2023). Distribución de la materia seca de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] a diferentes estratos de planta. Tesis. de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 31-34 p.

Teague, R., Provenza, F., Norton, B., & Steffens, T. (2008). Benefits of Multi-Paddock Grazing Management on Rangelands: Limitations of Experimental Grazing Research and.

Teague, W. R., Dowhower, S. L., Baker, S. A., Haile, N., DeLaune, P. B., & Conover, D. M. (2011). Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141(3–4), 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.009>

Teixeira, E. I., Moot, D. J., y Brown, H. E. (2008). Defoliation frequency and season affected radiation use efficiency and dry matter partitioning to roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops. *European Journal of Agronomy*, 28(2): 103-111. https://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/4327/defoliation_frequency.pdf?sequence=1

White, L. (1973). Reservas de carbohidratos de las gramíneas: una revisión. *J. Gestión de rango*. 26:13-18.

Wilson, G. C. Y., Hernández, G. A., Ortega, C. M. E., Bárcena, G. R., Zaragoza, R. J. L., y Aranda, O. G. (2017). Análisis del crecimiento de tres líneas de cebada para producción de forraje. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2).

Zhang, H., Li, X., Xu, N., Sun, M. L., Cai, D. J., Sun, G. Y., & Gu, S. (2017). Alkalinity and salinity tolerance during seed germination and early seedling stages of three alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars. *Legume Res*, 40(5): 853-858.

VII. ANEXOS

Cuadro 1. Variables evaluadas de *Amelichloa Clandestina* sometido a diferentes edades de rebrote, en el sureste de Coahuila, México.

Variables	Días después del rebrote									\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49	56	63				
RMS	228 ^b	567 ^{ab}	781 ^{ab}	980 ^a	993 ^a	1001 ^a	782 ^a	1086 ^a	961 ^a	820	0.0005	214.6734	623.55
AR	14 ^c	15 ^c	19 ^c	23 ^{ab}	23 ^{ab}	25 ^a	23 ^{ab}	22 ^{ab}	18 ^{bc}	20	0.0001	2.048034	5.9488
AP	8 ^{bc}	7 ^c	7 ^c	8 ^{bc}	11 ^{ab}	14 ^a	11 ^{ab}	11 ^{ab}	8 ^{bc}	10	<.0001	1.073675	3.1187
IL	9.38 ^a	9.56 ^a	11.65 ^a	14.43 ^a	14.79 ^a	15.79 ^a	15.23 ^a	15.81 ^a	14.43 ^a	13.45	0.2208	5.208854	15.13
RHT	0.32 ^{ab}	0.26 ^b	0.26 ^b	0.26 ^b	0.27 ^b	0.31 ^{ab}	0.35 ^{ab}	0.23 ^b	0.56 ^a	0.31	0.0441	0.098270	0.2854

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($p \leq 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($p \leq 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. RMS = Rendimiento de materia seca, AR = Altura con método de la regla, AP = Altura con el método del plato, IL = intercepción luminosa, RHT = Relación:Hoja/Tallo.

Cuadro 2. Rendimiento total y por componente morfológico (kg MS ha⁻¹) de *Amelichloa clandestina* sometido a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México.

Componente	Días después del rebrote									\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49	56	63				
Hoja	99 ^{Ac}	203 ^{AcD}	281 ^{Abcd}	492 ^{Aab}	460 ^{Aab}	255 ^{Abcd}	448 ^{Aab}	444 ^{Aabc}	585 ^{Aa}	363 ^A	<.0001	83.977	243.92
Tallo	68 ^{Ab}	211 ^{Aab}	265 ^{Aab}	189 ^{Aab}	271 ^{Aab}	369 ^{Aa}	175 ^{Bab}	380 ^{Aa}	202 ^{Bab}	237 ^A	0.0024	89.427	259.76
Mm	61 ^{Ab}	153 ^{Aab}	235 ^{Aab}	299 ^{Aab}	262 ^{Aab}	376 ^{Aa}	159 ^{Bab}	262 ^{Aab}	174 ^{Bab}	220 ^A	0.0271	102.705	298.32
Total	76	189	260	327	331	334	261	362	320	273			
Pr>F	0.539	0.711	0.250	0.058	0.098	0.127	0.017	0.029	0.016	0.042			
EEM	46.028	79.776	95.159	105.739	100.369	103.237	66.043	81.533	82.358	53.885			
DMS	133.94	232.15	276.91	307.7	292.07	300.42	192.19	237.26	239.66	156.8			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($p \leq 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($p \leq 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. Mm = material muerto.

Cuadro 3. Aportación de los componentes morfológicos (%) al rendimiento total de *Amelichloa Clandestina* sometido a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México.

Componente	Días después del rebrote									\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49	56	63				
Hoja	40 ^{Ac}	37 ^{Aabc}	34 ^{Abc}	49 ^{Aabc}	46 ^{Aabc}	27 ^{Ac}	59 ^{Aab}	44 ^{Aabc}	61 ^{Aa}	44 ^A	0.0015	8.962	26.032
Tallo	33 ^{Aa}	37 ^{Aab}	33 ^{Aabc}	19 ^{Bc}	27 ^{Abc}	38 ^{Aab}	22 ^{Bbc}	33 ^{Aabc}	21 ^{Bbc}	29 ^A	0.0004	5.870	17.053
Mm	27 ^{Aa}	26 ^{Aa}	33 ^{Aa}	32 ^{ABa}	27 ^{Aa}	35 ^{Aa}	19 ^{Ba}	23 ^{Aa}	18 ^{Ba}	27 ^A	0.2282	8.777	25.495
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Pr>F	0.464	0.858	0.999	0.054	0.163	0.611	0.025	0.221	0.022	0.117			
EEM	14.666	13.354	12.43	7.659	7.691	7.912	8.698	8.236	9.395	6.009			
DMS	42.68	38.86	36.19	22.289	22.384	23.026	25.313	23.967	27.341	17.487			

Diferente literal minúscula, en cada hilera, indican diferencia ($p \leq 0.05$); Diferente literal mayúscula, en cada columna, indican diferencia ($p \leq 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. Mm = material muerto.