

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



**Análisis de crecimiento de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack)
Arriaga & Barkworth], en condiciones en invernadero**

Por:

JUAN PABLO RIVAS LUNA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2025

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

Análisis de crecimiento de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], en condiciones en invernadero

POR:

JUAN PABLO RIVAS LUNA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



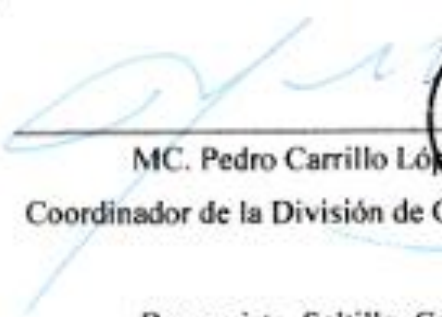
Dr. Mauricio Velázquez Martínez
Co-director



Dr. José Antonio Hernández Herrera
Asesor



Dr. José Javier Ochoa Espinoza



MC. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2025

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

**Análisis de crecimiento de zacate picoso [*Amelichloa clandestina*
(Hack) Arriaga & Barkworth], en condiciones en invernadero**

POR:

JUAN PABLO RIVAS LUNA

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



Dr. Mauricio Velázquez Martínez
Co-director

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2025

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, noviembre 2025.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “**Análisis de crecimiento de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], en condiciones en invernadero**” 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.

JUAN PABLO RIVAS LUNA

Nombre



Firma

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por concederme la bendición de contar con una familia unida y un hogar basado en el respeto, acompañarme y orientarme a lo largo de mi vida, darme el regalo de la existencia, la posibilidad de vivir nuevas experiencias, aprender continuamente y alcanzar esta meta tan esperada.

A MI FAMILIA

Por ser mi mayor fuente de motivación para alcanzar una formación universitaria, convirtiéndose en un ejemplo de perseverancia y superación digno de seguir. Agradezco su apoyo incondicional y la confianza brindada, así como las lecciones que me enseñaron a valorar cada esfuerzo. Gracias infinitas por todo ello y más.

A mi ALMA TERRA MATER la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por haberme acogido durante estos años y permitirme sentirme parte de su comunidad. Agradezco cada una de las experiencias vividas a lo largo de mi formación académica, el haber disfrutado de sus aulas y espacios, así como la oportunidad de conocer personas que me brindaron valiosas enseñanzas y que hoy considero mi familia. Gracias por hacer posible que pueda decir con orgullo: “BUITRE POR SIEMPRE”.

Al Dr. Perpetuo Álvarez Vásquez; Por haberme permitido desarrollar este proyecto de tesis, brindándome su tiempo, orientación e información valiosa. Agradezco profundamente la confianza y el compromiso que me otorgó a lo largo de todo el proceso.

A MIS AMIGOS

A José Neftalí Muñoz, por acompañarme en cada instante significativo; a Rolando Álvarez, por su amistad constante; a Jesús Gerardo Reyes, por su lealtad y compañía a lo largo de estos últimos años; y a Gabriel Soto, por sus consejos y apoyo incondicional: a Martín Méndez por su amistad a lo largo de este tiempo. A Alan Emmanuel Fuentes Huerta, por el apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis y por sus grandes consejos. A todos ellos, mi agradecimiento por compartir tantas experiencias y momentos inolvidables dentro y fuera de la universidad.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A mi padre, Florencio Rivas, por brindarme siempre su apoyo y sabios consejos en cada momento que lo necesité; y a mi madre, María Martha Luna, quien con su orientación y respaldo me ayudó a alcanzar esta meta tan importante. Dedico este logro a ambos, pues han sido el pilar esencial en este camino, guiándome y confiando en mí en cada etapa, acompañándome en los momentos más significativos. Los amo profundamente y quiero que sepan que este triunfo no solo me pertenece, sino también a ustedes, quienes son mi mayor inspiración para dar siempre lo mejor de mí.

A MI HERMANO

Adrián Gerardo Rivas por brindarme siempre parte de su tiempo para ofrecerme su apoyo. Agradezco profundamente su compañía, incluso a la distancia, y le dedico este logro con gran afecto.

A MIS ABUELOS

A mi abuela María Juana Pérez, por haberme acompañado siempre y fomentar en mí el amor por el campo, convirtiendo su ausencia en una fuente constante de fuerza. A mi abuelo Lázaro L., quien me brindó apoyo y consejos sabios en los momentos más difíciles. Sé que, donde quiera que se encuentren, celebran conmigo este logro que un día les prometí.

A mi abuela María Felipa Aguayo, quien siempre me recibió con cariño y calidez, y a mi abuelo J. Rosario Rivas, quien confió en mí, en mis esfuerzos y en mi fe, brindándome su apoyo incondicional.

A MI PAREJA

Amairany Mercado por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante todo este proceso. Gracias por acompañarme en cada etapa, por ser mi inspiración y fortaleza, y por compartir conmigo la espera de un hermoso regalo.

Les dedico este triunfo con el mismo cariño y respeto que siempre les he tenido.

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 Descripción de la especie en estudio	3
2.1.1 Importancia del Zacate Picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>).....	3
2.1.2 Descripción taxonómica.....	4
2.1.3 Descripción morfológica.....	4
2.1.4 Producción de forraje de la especie	5
2.3 Factores que influyen en la producción del forraje.....	5
2.3.1 Condiciones de suelo.....	7
2.3.2 Temperatura y humedad.....	7
2.4 Análisis de crecimiento.....	8
2.5 Variedad o material genético	9
2.6 Manejo y utilización de pastizales	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Área de estudio	12
3.2 Diseño y desarrollo experimental	13
3.3 Variables evaluadas	13
3.3.1 Rendimiento de forraje y composición morfológica.....	13
3.3.2 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T)	14

3.3.3 Relación:Parte Aérea/Raíz (R:PA/Raíz)	14
3.3.4 Dinámica poblacional de tallos	15
3.4 Análisis estadístico	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1 Rendimiento total de forraje y componentes morfológicos.....	16
4.2 Producción de Biomasa Aérea (BA), Raíz y su Relación (R:PA/Raíz).....	19
4.3 Relación:Hoja/Tallo.....	21
4.4 Dinámica poblacional de tallos vivos y muertos	22
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. LITERATURA CITADA.....	26
VII. ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de Zacate Picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth].....	4
Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (g MS planta ⁻¹) de los componentes morfológicos y su aportación al rendimiento total de forraje de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechados a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	31
Cuadro 3. Aportación de los componentes morfológicos (%), al rendimiento total de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	32
Cuadro 4. Peso de parte aérea y raíz (g MS planta ⁻¹) y su Relación:Parte aérea/Raíz de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.....	33
Cuadro 5. Rendimiento de hoja y tallo (g MS planta ⁻¹) y la relación:hoja/tallo de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	34
Cuadro 6. Población de tallos vivos (PTV; tallos planta ⁻¹) de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], días después de la siembra, en el Sureste de Coahuila, México.....	35
Cuadro 7. Población de tallos muertos (PTM; tallos planta ⁻¹) de zacate picoso [<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth], días después de la siembra, en el Sureste de Coahuila, México.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Humedad y temperaturas máxima, mínima y media, registradas durante el periodo de estudio (14 de febrero al 24 de octubre de 2023).	12
Figura 2. Contribución de los componentes morfológicos al rendimiento de forraje total de zacate picoso de (<i>A. clandestina</i>) cosechada a diferentes edades de siembra, en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.	18
Figura 3. Peso de parte aérea (PA) y peso raíz (Raíz) Relación:Parte Aérea/Raíz (R:PA/Raíz), de zacate picoso (<i>A. clandestina</i>) a diferentes edades de siembra (DDS), en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.....	20
Figura 4. Relación:Hoja/tallo, peso hoja y peso tallo de zacate picoso (<i>A. clandestina</i>) cosechada a diferentes edades de siembra (DDS), en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.....	22
Figura 5. Cambio semanal en la población de tallos vivos y muertos por planta del zacate picoso (<i>A. clandestina</i>) a días después de la siembra, en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.	24

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) a diferentes Días Después de la Siembra (DDS), en condiciones controladas de invernadero. Los tratamientos fueron los DDS, bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, con siete repeticiones. Se consideraron las variables de Rendimiento de Forraje (RF), Composición Morfológica (CM), Relación:Parte Aérea/Raíz (R:PA/R), Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), Número de Tallos Vivos (NTV) y Número de Tallos Muertos (NTM), por población. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento lineal generalizado (GLM). Se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$), con el software estadístico SAS (Vers. 9.4). Hubo diferencias estadísticas en las variables evaluadas ($p < 0.05$). El mayor valor ($9.9 \text{ g MS planta}^{-1}$) y los valores menores (0.02 y $0.06 \text{ g MS planta}^{-1}$) de RF se registraron a los 257, 80 y 95 DDS, respectivamente. Así mismo, a los 257 DDS, el componente con mayor rendimiento fue el tallo, con un promedio de $1.19 \text{ g MS planta}^{-1}$, con un máximo de aportación de 43 %, seguido de la raíz y hoja con el 31 %, y con una mínima aportación el material muerto con un 8 %. En la R:PA/R se registró un comportamiento variable, con un valor mínimo de 0.9 a los 95 DDS, y un valor máximo de 5.6 a los 170 DDS. De igual manera, la R:H/T presentó su menor valor de 0.3 a los 95 DDS y su mayor valor de 1.9 a los 257 DDS. Respecto a la dinámica poblacional de tallos, mostró un incremento progresivo, alcanzando el mayor NTV a los 257 DDS, con un total de 202 tallos planta^{-1} , mientras que los menores valores se observaron entre los 21 y 49 DDS, con 1 tallo planta^{-1} . En el NTM, la mayor mortalidad se registró a los 175 DDS con 15 tallos planta^{-1} y el menor a los 21 y 154 DDS con nula presencia de tallos muertos planta^{-1} . En conclusión, bajo condiciones de invernadero, el zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), evidencia un crecimiento ascendente a lo largo del tiempo, con variaciones en la proporción de sus componentes morfológicos, siendo el tallo el elemento de mayor aporte al rendimiento total de forraje, y donde su mayor productividad la expresa a los 257 días después de la siembra.

Palabras clave: *A. clandestina*, componentes morfológicos, Relación:Parte-aérea/Raíz, Relación:Hoja/Tallo y, dinámica de tallos.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the growth of mexican needlegrass (*Amelichloa clandestina*) at different Days After Sowing (DAS) under controlled greenhouse conditions. The treatments were the DAS, under a completely randomized block design with seven replications. The following variables were considered: Forage Yield (FY), Morphological Composition (MC), Shoot/Root:Ratio (R:R/S), Leaf/Stem:Ratio (R:L/S), Number of Live Stems (NLS), and Number of Dead Stems (NDS), per population. Data were analyzed using the generalized linear regression (GLM) procedure. A Tukey's test for mean comparison ($p < 0.05$) was applied using the SAS statistical software (Version 9.4). Statistical differences were found in the evaluated variables ($p < 0.05$). The highest ($9.9 \text{ g DM plant}^{-1}$) and lowest (0.02 and $0.06 \text{ g DM plant}^{-1}$) values for RF were recorded at 257, 80, and 95 DAS, respectively. Likewise, at 257 DAS, the component with the highest yield was the stem, with an average of $1.19 \text{ g DM plant}^{-1}$, representing a maximum contribution of 43%, followed by the root and leaf at 31%, and the dead material contributing the least at 8%. The R:PA/R ratio showed variable behavior, with a minimum value of 0.9 at 95 DAS and a maximum value of 5.6 at 170 DAS. Similarly, the R:H/T ratio showed its lowest value of 0.3 at 95 DAS and its highest value of 1.9 at 257 DAS. Regarding the population dynamics of stems, a progressive increase was observed, reaching the highest NTV at 257 DAS, with a total of 202 stems per plant, while the lowest values were observed between 21 and 49 DAS, with 1 stem per plant. In terms of NTM, the highest mortality was recorded at 175 DAS with 15 dead stems per plant, and the lowest at 21 and 154 DAS with no dead stems per plant. In conclusion, under greenhouse conditions, the mexican needlegrass (*Amelichloa clandestina*) shows increasing growth over time, with variations in the proportion of its morphological components. The stem is the element that contributes most to the total forage yield, reaching its highest productivity at 257 days after sowing.

Keywords: *Amelichloa clandestina*, morphological components, Relationship:Aerial-part/Root, Relationship:Leaf/Stem and, stem dynamics.

I. INTRODUCCIÓN

Los pastizales constituyen ecosistemas fundamentales para la producción pecuaria en regiones con baja productividad agrícola, ya que permiten transformar la biomasa primaria en bienes de consumo humano mediante el pastoreo (Rebollo *et al.*, 2003). Dentro de estos ecosistemas, la familia de las gramíneas destaca por su diversidad y relevancia histórica, al proporcionar alimentos, forraje, biocombustibles y materiales, aunque algunas especies pueden comportarse como malezas invasoras que afectan negativamente tanto a cultivos como a ecosistemas naturales (Sánchez-Ken, 2018). De acuerdo con Villaseñor *et al.* (2006), en el caso de las plantas, muchas especies introducidas o exóticas, pueden convertirse en un problema ecológico y económico y ser considerada como especie invasora o maleza. Una vez adaptadas al nuevo entorno y sin la presencia de enemigos naturales, sus poblaciones pueden aumentar con rapidez y dispersarse dentro de las comunidades naturales, representando una amenaza importante para la diversidad biológica. El mismo autor estima que entre el 1 y el 5 % de las especies vegetales introducidas en distintos ecosistemas del mundo han provocado graves problemas agrícolas o daños en los sistemas manejados por el ser humano. En este contexto, el zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth] sobresale por su capacidad para colonizar terrenos perturbados en el norte de México, especialmente en áreas agrícolas abandonadas con suelos calcáreos, siendo endémico del Desierto Chihuahuense y con registros de introducción en el oeste de Texas desde mediados del siglo XX (Juanes, 2021). Las especies invasoras, como esta, pueden interferir de manera desfavorable con la restauración ecológica, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (March, 2007). Asimismo, factores ambientales y de manejo inciden en la defoliación y capacidad de rebrote de las plantas, lo que repercute en su mortalidad, dinámica de tallos, maduración y calidad del forraje (Hernández, 2024). En este marco, el presente trabajo tiene como finalidad ampliar el conocimiento sobre el zacate picoso, dada su relevancia en los sistemas de producción pecuaria bajo esquemas de ganadería extensiva, particularmente en los pastizales del norte de México y en otras regiones con condiciones similares.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- ❖ Evaluar el crecimiento del zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth] bajo condiciones controladas de invernadero en la región Sureste del estado de Coahuila, México.

1.1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el rendimiento de forraje y sus diferentes componentes morfológicos de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth] a diferentes intervalos de tiempo posteriores a la siembra.
- Analizar los cambios en peso seco de la parte aérea, raíz, hoja, tallo y su relación, en zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], días después de la siembra.
- Determinar la dinámica de tallos vivos y muertos posterior a días después de la siembra en zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth].

1.2 Hipótesis

- ✓ El rendimiento de forraje total y de los componentes morfológicos varía significativamente entre los distintos intervalos posteriores a la siembra.
- ✓ El peso seco de al menos uno de los componentes morfológicos (parte aérea, raíz, hoja o tallo) cambia significativamente en función de DDS.
- ✓ La dinámica poblacional de tallos presenta cambios significativos a mayor edad de la planta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie en estudio

2.1.1 Importancia del Zacate Picoso (*Amelichloa clandestina*)

Las gramíneas constituyen, en el territorio mexicano, la tercera familia con mayor número de especies de plantas vasculares. A escala mundial, esta familia agrupa poco más de 700 géneros y cerca de 10,000 especies reconocidas (Valdez *et al.*, 1995). Beetle (1987) reporta que en México se han registrado 197 géneros y 1,127 especies de gramíneas, lo que representa aproximadamente el 4.5 % de la flora del país. Por otra parte, Arriaga *et al.* (2006) menciona que el género *Amelichloa* se distingue de otros géneros pertenecientes a su tribu por presentar hojas basales con puntas duras y agudas, cariópsides con costillas longitudinales lisas, bases estilares persistentes y, con frecuencia, panículas cleistógamas localizadas en las axilas de las vainas foliares inferiores. Este género está compuesto por cinco especies: *A. ambigua*, *A. brachychaeta*, *A. brevipes*, *A. caudata* y *A. clandestina*. Las cuatro primeras son originarias de Sudamérica, mientras que *A. clandestina* es propia del norte de México. No obstante, tres de estas especies *A. brachychaeta*, *A. caudata* y *A. clandestina* han logrado establecerse en ambientes alterados fuera de su área de origen.

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009), la distribución del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en México abarca una amplia región del territorio nacional. Esta especie se ha registrado principalmente en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas, donde encuentra condiciones ambientales favorables para su desarrollo. Su presencia en estas zonas está relacionada con climas semiáridos y templados, así como con suelos de tipo arenoso o franco, que facilitan su crecimiento y reproducción. Además, su capacidad de adaptación le permite establecerse tanto en zonas naturales como en áreas perturbadas por la actividad humana.

Por su parte, Juanes-Márquez *et al.* (2024) señalan que *Amelichloa clandestina* ha logrado establecerse en una zona agrícola abandonada ubicada en el noroeste de México,

en el estado de Coahuila, llegando a dominar la vegetación herbácea. Según estos autores, este comportamiento se debe a su notable capacidad colonizadora en terrenos alterados, impulsada por su abundante producción de semillas tanto cleistógamas como casmógamas. Asimismo, indican que esta especie se desarrolla con éxito en áreas perturbadas, matorrales, pastizales y bosques abiertos de pino piñonero, con altitud máxima de 2,100 metros.

2.1.2 Descripción taxonómica

El zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth] también es conocido como hierba aguja mexicana tiene un origen que reside desde el Norte de México hasta Colombia. Accidentalmente se introdujo en pastizales y bordes de caminos en Texas, en los cuales ya se encuentra establecida esta especie (Arriaga, 1986).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de Zacate Picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth].

Reino	<i>Plantae</i>
Phylum o división	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Género	<i>Amelichloa</i>
Especie	<i>Clandestina</i>
Nombre científico	<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack) Arriaga & Barkworth

Fuente: Catalogue of life (2006).

2.1.3 Descripción morfológica

El zacate picoso (*A. clandestina*) tiene las características de ser una planta perenne, una planta cespitosa con tallos erectos de 50 a 90 cm de altura, con nudos generalmente en número de tres y rizomas en la base. Los tallos son lisos y las vainas en su mayoría sin vello, aunque con márgenes ciliados en la parte superior. Presenta lígulas membranosas

pequeñas (0.5–1.5 mm) y hojas largas y estrechas, que pueden alcanzar hasta 50 cm de largo, muy enrolladas y erectas. Las panículas miden entre 10 y 20 cm de largo, con ramas extendidas, y a veces parcialmente cubiertas por las vainas. Las glumas son de forma lanceolada con tres nervaduras y varían en textura, las flores o flósculos son fusiformes y presentan pelos en distintas partes del lema con aristas de hasta 23 mm que suelen doblarse en dos puntos, las páleas son algo más cortas que las lemas y también muestran pubescencia, la especie cuenta con tres lodículas y anteras que miden de 3 a 4 mm, el fruto o cariósipide alcanza aproximadamente 3 mm de largo y el número cromosómico aún no ha sido determinado (Arriaga, 2021).

2.1.4 Producción de forraje de la especie

Hervert (2025) indica que se llevó a cabo una investigación en el rancho ganadero experimental Los Ángeles, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila, México. El estudio se desarrolló en un pastizal con predominio de zacate picoso (*A. clandestina*), manejado bajo un sistema intensivo de pastoreo no selectivo (PINS). Durante 18 meses posteriores a la implementación del PINS, al inicio de las estaciones de invierno, primavera y verano, se evaluó el rendimiento de materia seca en cada parcela experimental. En cuanto al efecto de la estación, se registraron las mayores tasas de crecimiento en los pastoreos de marzo (primavera) y julio (verano), alcanzando 1,214 y 1,224 kg MS ha⁻¹, respectivamente, con alturas máximas de 23 cm y 25 cm. No obstante, el pastoreo de verano presentó una mayor relación hoja-tallo (3.5), aunque sin diferencias estadísticas significativas respecto a invierno y primavera.

2.3 Factores que influyen en la producción del forraje

La productividad de los pastos está determinada tanto por su genética como por las condiciones del entorno. Es fundamental entender cómo distintas especies responden a diversos factores ambientales, los cuales se clasifican en climáticos, del suelo (edáficos) y bióticos. La producción vegetal resulta de la interacción de estos elementos sobre el proceso de fotosíntesis. En el caso del forraje, mantener una adecuada superficie foliar es

esencial para capturar la mayor cantidad posible de luz solar. Cuando el índice de área foliar (IAF), que representa el área de hojas por unidad de terreno, es demasiado bajo, se desaprovecha parte de la luz, lo que ralentiza el crecimiento. Por ende, para lograr un desarrollo eficiente en especies forrajeras, se requiere una cobertura foliar suficiente que permita captar hasta el 95 % de la luz disponible (Villamizar-Rosas *et al.*, 1976).

Marcheco *et al.* (2017) señalan que, tanto el desarrollo como la capacidad productiva de los pastos se encuentran directamente influenciados por las condiciones climáticas, siendo especialmente relevante la forma en que se distribuyen las precipitaciones a lo largo del año. Este aspecto resulta decisivo, ya que determina en gran medida la disponibilidad de agua para el crecimiento vegetal. A ello se suman otros factores de carácter ambiental, como la temperatura, la radiación solar y la calidad del suelo, que en conjunto pueden incidir en el comportamiento productivo de las especies forrajeras. Del mismo modo, las prácticas de manejo implementadas por el productor tales como el pastoreo, la fertilización o el riego pueden favorecer o limitar la expresión del potencial biológico de los zacates. En consecuencia, la interacción entre clima, ambiente y manejo adquiere una importancia fundamental para garantizar que los pastos logren manifestar de manera óptima su rendimiento.

López *et al.* (2023) señalan que, las condiciones ambientales desempeñan un papel fundamental en el crecimiento, rendimiento y calidad de las semillas. Estos autores destacan que, aunque existen especies de pastos capaces de adaptarse a climas semiáridos tolerando precipitaciones anuales de entre 250 y 350 mm, la evaluación de la calidad de la semilla permite identificar los entornos más favorables para su producción. Asimismo, enfatizan que invertir en semillas de alta calidad constituye una de las decisiones más rentables para los productores, aunque reconocen que uno de los principales obstáculos en la expansión de los pastos es la limitada disponibilidad de semillas de buena calidad. Finalmente, subrayan que contar con semillas de alto estándar garantiza una germinación eficiente, así como la emergencia de plántulas vigorosas, bien desarrolladas y con capacidad de establecerse en diversos tipos de suelo y clima, lo que contribuye a un mejor aprovechamiento del rendimiento.

2.3.1 Condiciones de suelo

De acuerdo con Torres *et al.* (2024), entre las propiedades del suelo que influyen en el establecimiento de plántulas, la conductividad hidráulica destaca como la más relevante, ya que está relacionada con la capacidad del suelo para retener humedad y proporcionar agua disponible a las plantas. Esta propiedad se considera clave en el desarrollo inicial de gramíneas, dado que, durante aproximadamente el 75 % del proceso de establecimiento, las plántulas dependen más de la disponibilidad de agua que de los nutrientes del suelo. Además, factores físicos del suelo como la textura, estructura, densidad y capilaridad influyen directamente en la capacidad del suelo para conservar el agua y en el contacto entre esta y la semilla.

2.3.2 Temperatura y humedad

Aguilar (1971), menciona que la temperatura necesaria para que ocurra la germinación no es uniforme, pues puede variar de manera considerable entre distintas especies vegetales. En términos generales, este proceso se ve favorecido por intervalos térmicos diversos, lo que impide establecer un valor único que pueda considerarse óptimo de manera absoluta para todas las semillas. Cada especie presenta una respuesta particular frente a la temperatura, la cual influye en la rapidez y en el porcentaje de germinación alcanzado. Sin embargo, en el caso de la mayoría de los cultivos agrícolas, se ha determinado que existe un rango de condiciones que resulta más adecuado y que incrementa las probabilidades de éxito en la emergencia. Dicho intervalo se ubica aproximadamente entre los 20 y los 30 °C, lo que lo convierte en una referencia práctica para el manejo de la siembra y la planificación agrícola.

La germinación de las semillas está influenciada de manera directa por diversos factores, siendo la disponibilidad de agua uno de los más relevantes. En regiones áridas y semiáridas, esta condición se ve limitada debido a las elevadas temperaturas que coinciden con la temporada de lluvias, lo que provoca una alta evaporación y sequedad del suelo. Cada especie vegetal presenta necesidades particulares para iniciar su germinación,

destacando entre ellas la cantidad de agua y las características del suelo (Balandrán *et al.*, 2015).

2.4 Análisis de crecimiento

El crecimiento vegetal, de acuerdo con lo señalado por Barrera *et al.* (2010), se entiende como el incremento progresivo en el tamaño de las plantas, un proceso irreversible que suele ir acompañado de modificaciones en su estructura morfológica. Dichos autores destacan que el estudio del crecimiento representa una herramienta de carácter cuantitativo, sustentada en la recopilación de datos básicos y fáciles de obtener, lo cual posibilita analizar de manera objetiva el comportamiento de las especies vegetales. Este enfoque permite no solo describir los cambios observados a lo largo del ciclo de vida de la planta, sino también interpretar con mayor precisión los factores que intervienen en su desarrollo. Asimismo, el análisis de crecimiento resulta útil en distintos contextos, ya sea en ambientes naturales, en condiciones seminaturales o bien en escenarios experimentales controlados. De esta manera, constituye una metodología confiable para comprender la dinámica de las plantas en relación con su entorno y con las prácticas de manejo aplicadas.

Como señala Gutiérrez *et al.* (2018), en el ámbito de la investigación agropecuaria, el estudio del crecimiento en especies forrajeras emplea diversas variables que permiten hacer inferencias sobre procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración y la distribución del carbono. Por esta razón, resulta esencial comprender el comportamiento fisiológico, la productividad y el perfil nutricional de estas especies, ya que esto facilita la evaluación del impacto de las condiciones ambientales en su rendimiento durante las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, las gráficas de distribución estacional del forraje han sido utilizadas como herramienta para valorar el desempeño de las especies forrajeras.

Castro *et al.* (2012) destacan que, en México la producción de forrajes se encuentra fuertemente condicionada por las variaciones en el clima, ya que los cambios en temperatura y precipitación influyen de manera directa en la disponibilidad y calidad de los recursos forrajeros. Ante esta situación, resulta fundamental reconocer los patrones

estacionales de crecimiento que presentan las especies más utilizadas en cada región ecológica, con el propósito de comprender mejor su comportamiento productivo. Dicho conocimiento permite establecer estrategias de manejo más eficientes que favorezcan el aprovechamiento de los recursos durante las épocas de mayor abundancia y ayuden a reducir los efectos negativos en los periodos de escasez. Además, identificar estos ciclos contribuye a planificar de forma adecuada tanto la alimentación del ganado como el uso sustentable de los pastizales, lo que a su vez repercute en una mayor estabilidad y productividad en los sistemas de producción pecuaria.

2.5 Variedad o material genético

Ramírez *et al.* (2022) señala que el establecimiento exitoso de especies nativas está relacionado con la capacidad de germinación y el vigor de la semilla, así como con una adecuada gestión durante la siembra. Una baja viabilidad en las semillas limita la formación de bancos de semilla, y tasas reducidas de germinación dificultan la respuesta de las plantas ante eventos esporádicos de lluvia. Por ello, comprender la biología de las semillas es esencial para diseñar estrategias que favorezcan un mejor establecimiento de plántulas.

Carrillo (2019) explica que, en el caso de los pastos adaptados a regiones áridas, la semilla destinada a la comercialización no siempre se presenta de manera aislada, sino que suele venderse en forma de propágulo, diáspora o espiguilla. Este tipo de unidad reproductiva está conformada por el cariósido, el cual se encuentra protegido y acompañado por diferentes estructuras accesorias que varían según la especie. Entre dichas estructuras se incluyen las glumas, la lema, la palea o incluso ramillas que han sufrido modificaciones específicas para cumplir una función protectora y de dispersión. Dichos componentes no solo resguardan al embrión vegetal, sino que también facilitan su propagación en condiciones ambientales adversas. La manera en que estas estructuras se combinan y se presentan constituye un rasgo distintivo de cada especie forrajera, lo cual tiene implicaciones prácticas en su manejo, almacenamiento y en la eficiencia de su establecimiento en campo.

Ramírez (2023) señala que, una opción poco explorada para incrementar el potencial de establecimiento de gramíneas forrajeras en condiciones específicas consiste en analizar las variaciones en el crecimiento de plántulas derivadas de cariósides y embriones de distinto tamaño. Este enfoque permite identificar cómo las dimensiones de la semilla influyen en el vigor inicial y en la capacidad de emergencia de las plántulas, factores decisivos para asegurar una adecuada implantación en campo. En particular, se ha observado que las cariósides de mayor tamaño suelen contener embriones más desarrollados y con mayores reservas, lo que favorece un arranque más rápido y uniforme del cultivo. Dicho aspecto resulta relevante en la producción forrajera, ya que mejora la competitividad de las plantas jóvenes frente a condiciones adversas y reduce las fallas en el establecimiento. De este modo, la consideración del tamaño de la semilla se plantea como una estrategia viable para fortalecer la productividad y la persistencia de los pastizales.

2.6 Manejo y utilización de pastizales

La ganadería extensiva es una actividad de gran relevancia que demanda investigación para optimizar su funcionamiento. La conservación adecuada del pastizal no depende únicamente de un aprovechamiento moderado, sino que también puede lograrse mediante un uso intensivo siempre que este sea controlado mediante un sistema de pastoreo bien estructurado. No obstante, los resultados obtenidos con sistemas especializados de pastoreo suelen ser variables. Comprender qué especies componen la dieta de los herbívoros resulta esencial para implementar estrategias de manejo tanto del ganado como del pastizal, tales como una mejor distribución de la carga animal, la rotación de parcelas y la definición del tiempo de pastoreo (Chávez, 2000).

Alvario (2022) indica que, las gramíneas perennes, junto con los cultivos anuales tanto de invierno como de verano, constituyen una fuente fundamental de recursos forrajeros para la ganadería. Estas especies no solo aportan un volumen considerable de biomasa, sino que además ofrecen un forraje con buena calidad nutritiva, lo cual resulta esencial para mantener la productividad de los hatos. Asimismo, su utilización permite complementar la disponibilidad de vegetación nativa, que en muchas regiones pecuarias

continúa siendo el soporte principal de la alimentación animal. La integración de estos cultivos con los pastizales naturales contribuye a diversificar la oferta de alimento, mejorar la estabilidad del sistema y reducir los periodos de escasez. De esta manera, el manejo adecuado de especies perennes y anuales se convierte en una estrategia clave para asegurar el suministro constante de forraje y favorecer la sostenibilidad de los sistemas ganaderos en distintas zonas ecológicas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El experimento se desarrolló del 14 de febrero al 24 de octubre de 2023, en el invernadero del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), situado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El área de estudio se ubica a una altitud de 1,783 m, con coordenadas geográficas 25° 35' 35" N y 101° 03' 60" O. En la zona se presenta un clima semiárido, con una temperatura media máxima de 25.7 °C, una temperatura media mínima de 11.6 °C y una precipitación anual promedio de 325.7 mm (CONAGUA, 2025). Durante el periodo de estudio, las temperaturas máximas oscilaron entre 29 y 46 °C, mientras que las mínimas fluctuaron de 0 a 15 °C, y las medias se situaron en un rango de 9 a 46 °C (Figura 1).

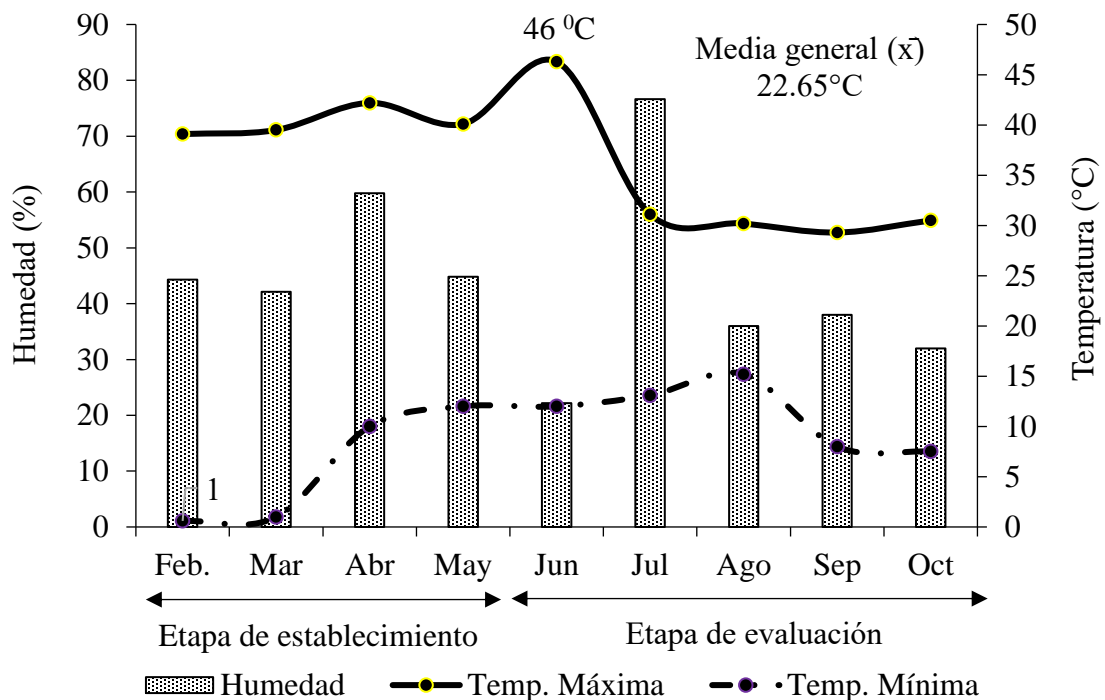


Figura 1. Humedad y temperaturas máxima, mínima y media, registradas durante el periodo de estudio (14 de febrero al 24 de octubre de 2023).

3.2 Diseño y desarrollo experimental

Se colectaron muestras del suelo de un pastizal de zacate picoso (*A. clandestina*) ubicado en el rancho experimental los ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en las coordenadas geográficas 25° 04' 12" y 25° 08' 51" latitud norte y 100° 58' 07" y 101° 03' 12" longitud oeste. El 14 de febrero de 2023, se establecieron 13 semilleros de unisel de 200 cavidades, mediante siembra directa para garantizar la germinación de mínimo un individuo por cavidad. A los 16 DDS se realizó un aclareo, dejando solo una planta por cavidad, siendo la más vigorosa. Al día 68 DDS, se efectuó un trasplante en macetas de bolsas de plástico de color negro de capacidad de 1 kg. La unidad experimental fue de una planta por maceta, se utilizaron 84 plantas distribuidas en 12 edades de evaluación, se asignaron plantas por cada uno de los diferentes muestreos, los cuales fueron a diferentes días después de la siembra, con un diseño completamente al azar, dadas las condiciones homogéneas del invernadero, con siete repeticiones. Los muestreos fueron destructivos, realizados cada 15 días. El primer muestro se realizó el 05 de mayo de 2023, concluyendo la experimentación el 24 de octubre de 2023. Así mismo, se determinó la dinámica poblacional de tallos utilizando 5 plantas que permanecieron intactas durante todo el periodo experimental.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Rendimiento de forraje y composición morfológica

Se efectuó un muestreo destructivo de cada unidad experimental (maceta de bolsa) por repetición, procediendo a la separación en sus componentes morfológicos (CM), los cuales fueron colocados en bolsas de papel previamente identificadas. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a un proceso de secado en una estufa de convección forzada marca Felisa, modelo FE-243A, a una temperatura constante de 55 °C durante un periodo de 72 horas. Una vez concluido el secado, se determinó el peso de materia seca correspondiente a cada componente morfológico (g MS planta⁻¹). El rendimiento total de forraje se obtuvo mediante la suma de todos los componentes morfológicos. Adicionalmente, se registró el peso individual de materia seca de cada componente,

calculando su contribución relativa tanto en términos porcentuales como en gramos de materia seca por planta, utilizando las siguientes fórmulas:

Componente morfológico (%)

Peso total de la CM — 100%

Peso del componente — % *del componente*

Componente morfológico (gr MS planta⁻¹)

gr MS planta⁻¹ corte⁻¹ — 100%

gr MS planta⁻¹ corte⁻¹ Componente⁻¹ — % del componente

3.3.2 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T)

A partir de los valores obtenidos para los componentes morfológicos de hoja y tallo, se calculó la relación de la hoja respecto al tallo empleando la siguiente fórmula:

$$R = H/T$$

Por ende:

R = Proporción entre el peso de la hoja y el peso del tallo.

H = Peso de la hoja, expresado en gramos de materia seca por planta (g MS planta⁻¹).

T = Peso del tallo, expresado en gramos de materia seca por planta (g MS planta⁻¹).

3.3.3 Relación:Parte Aérea/Raíz (R:PA/Raíz)

Con base en los datos registrados de la parte aérea se calculó la relación parte aérea/raíz (PA/Raíz), dividiendo dicho valor entre el peso del componente morfológico raíz, utilizando la siguiente fórmula:

$$R = PA/Raiz$$

Donde:

R = Relación entre los componentes aéreos de la planta (hoja, tallo, inflorescencia y material muerto) y el componente morfológico correspondiente a la raíz.

PA = Suma del peso de los componentes aéreos, expresado en gramos de materia seca por planta (g MS planta⁻¹).

Raíz = Peso del sistema radical, también expresado en gramos de materia seca por planta (g MS planta⁻¹).

3.3.4 Dinámica poblacional de tallos

A partir de los datos recolectados de cinco plantas sin perturbar, en cada intervalo de evaluación, se registró la cantidad de tallos vivos y muertos, considerando un total de 15 poblaciones identificadas mediante aros de diferentes colores, por lo que, la densidad poblacional de tallos vivos (DPTV) se calculó restando el número total de tallos muertos (NTM) al número total de tallos vivos (NTV), empleando la siguiente fórmula:

$$DPT = NTV - NTM$$

Por lo cual:

DPT = Densidad poblacional de tallos, expresada como el número total de tallos presentes.

NTV = Número de tallos vivos registrados.

NTM = Número de tallos muertos contabilizados.

3.4 Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de la edad en el crecimiento, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño experimental de bloques al azar, con siete repeticiones. Para la dinámica de tallos se utilizaron cinco repeticiones. El análisis se realizó mediante el procedimiento PROC GLM del software estadístico SAS para Windows versión 9.4 (SAS Institute, 2011), empleando la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0.05$. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable de respuesta en la repetición j

μ = Media general de la población estudiada

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error aleatorio

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento total de forraje y componentes morfológicos

En la Figura 2, se observa el rendimiento de materia seca total y por componentes a diferentes días después de la siembra. Hay diferencias significativas entre componentes dentro de cada edad de la planta y entre días después de la siembra dentro de cada componente ($p < 0.05$). En el total del rendimiento de materia seca por planta de *Amelichloa clandestina* la mayor producción se encontró a los 257 DDS con 9.9 g MS planta⁻¹, mientras que, el menor valor se registró a los 80 y 95 DDS con 0.02 y 0.06 g MS planta⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). Respecto los promedios de cada uno de los componentes morfológicos, se obtuvo el mayor valor en el componente tallo con 1.1 g MS planta⁻¹, seguido por la hoja (0.8 g planta⁻¹), raíz (0.8 g planta⁻¹), y el menor valor en el material muerto (M.M) con 0.2 g MS planta⁻¹.

En la comparación de los días después de la siembra dentro de los diferentes componentes morfológicos, se presentaron similares resultados en el total del rendimiento de materia seca, y los componentes tallo, raíz, hoja y material muerto, alcanzando una máxima producción de materia seca a los 257 DDS, con 9.9, 4.2, 2.4, 2.2 y 1.0 g MS planta⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). Sin embargo, para los menores rendimientos; el total y la hoja se registraron a los 80 y 95 DDS, para la raíz de los 80 a los 125 DDS, con valores entre 0.02 y 0.1 g MS planta⁻¹, para el tallo de los 80 a 110 DDS con valores entre 0.004 y 0.06 g MS planta⁻¹, mientras que, el material muerto se prolongó los menores rendimientos desde los 80 hasta los 185 DDS, con valores oscilante entre 0.007 hasta 0.02 g MS planta⁻¹.

En la comparación de los componentes dentro de cada edad de la planta, el mayor rendimiento, en los promedios lo registro el tallo con 1.1 g MS planta⁻¹, no obstante, dentro de cada día después de la siembra, los mayores valores no fueron siempre constantes para el tallo, únicamente a los 185, 236 y 257 DDS, fue similar al promedio con 1.4, 2.2 y 4.2 g MS planta⁻¹. Mientras que, por otra parte, a los 140, 155, 200 y 215, compartió máximos rendimientos con la raíz y la hoja, y a los 95 DDS fue mayor solo la raíz y la hoja, y a los

80 DDS la raíz, y a los 110 y 125 DDS la hoja supero al resto de los componentes ($p < 0.05$). En contra parte, el menor rendimiento promedio lo presento el material muerto con $0.2 \text{ g MS planta}^{-1}$, este fue constante en todos los días después de la siembra, solo a los 257 DDS fue también la raíz y la hoja menores al tallo, y a los 95 y 80 DDS el tallo fue menor junto con el material muerto.

La aportación en porcentajes de los componentes morfológicos presento diferencias estadísticas ($p < 0.05$). En promedio la raíz, tallo y hoja fueron superiores al material muerto con valores de 30, 30 y 31%, respectivamente y para material muerto un 8% ($p < 0.05$). A los 80 y 95 DDS la raíz fue superior al resto de componentes con 49 y 51% de aporte, sin embargo, a los 155, 200 y 215 DDS, con datos máximos, fue similar estadísticamente al tallo y a la hoja, y así mismo a los 140 DDS, fue similar a la hoja ($p > 0.05$). Por su parte, el tallo solo fue superior al resto de los componentes a los 170, 236 y 257 DDS, con valores de 41, 40 y 43 %, respetivamente. De igual forma, la hoja únicamente a los 110 y 125 DDS supero a la raíz, tallo y material muerto con 41 %, en ambas edades. Para las menores aportaciones, en todas las edades el material muerto fue de menor aportación, únicamente a los 80, 95, 170, 236 y 257 DDS fue similar estadísticamente con los valores más bajos con el resto de los componentes ($p > 0.05$).

Por otra parte, en la comparación de cada componente a lo largo de los DDS, se observó que en la raíz y en la hoja, tuvieron mayor aportación en porcentaje a inicios del crecimiento de la planta; mayormente la raíz donde tuvo mayor valor a los 95 DDS con 51 %, y la hoja a los 110 y 125 DDS con 41 %, ambos. Hacia el final del experimento, en estos componentes su porcentaje de aportación se redujo significativamente ($p < 0.05$), hasta un mínimo de 21 % a los 236 DDS para la raíz y 23 % a los 257 DDS para la hoja, lo que quiere decir que la planta a inicios de su crecimiento, primero asegura un crecimiento en raíz y posterior en hoja, tallo y material muerto, en este orden. En cuanto al tallo, este fue de menor a mayor presencia en %, iniciando con un 13 y 11 % a los 80 y 95 DDS, y alcanzando un máximo de 43 % al final del experimento a los 257 DDS. Algo parecido con el material muerto fue registrado, no obstante, este fue menor a mediados del ciclo experimental a los 140 DDS con 3 % y si con un mayor valor a los 236 DDS con 15 %.

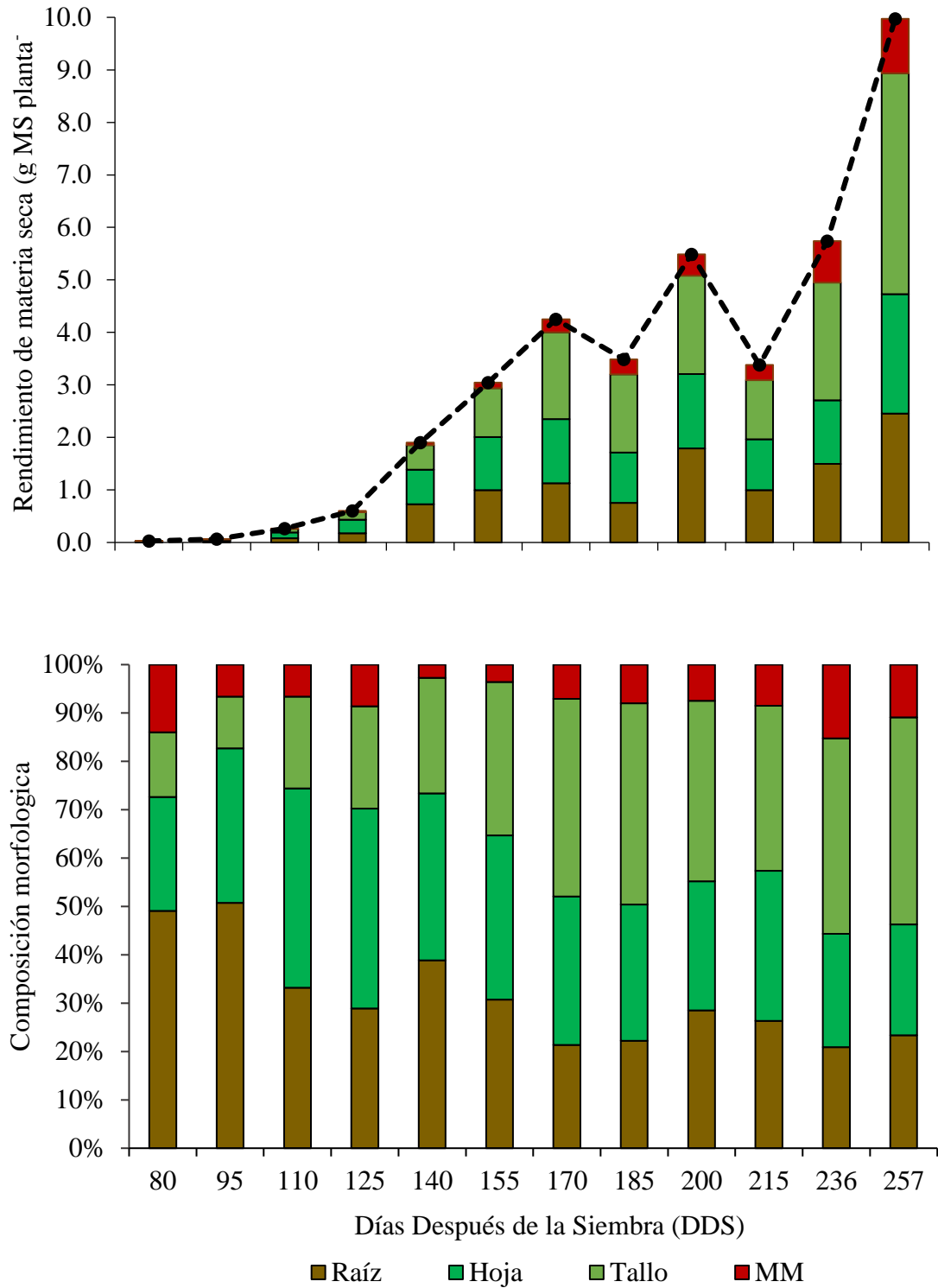


Figura 2. Contribución de los componentes morfológicos al rendimiento de forraje total de zacate picoso de (*A. clandestina*) cosechada a diferentes edades de siembra, en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.

Lo anterior, especifica que pasto picoso (*Amelichloa clandestina*) al avanzar su edad el tallo y material muerto se hacen presentes por efecto de la madures de la planta. Al respecto, en un experimento sobre análisis de crecimiento de una especie del mismo ecosistema donde se desarrolla *Amelichloa clandestina*, zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), Cortez *et al.* (2023) reportaron valores similares a este estudio, donde el tallo fue el componente con mayor rendimiento forrajero, y fue secundado por la hoja, la raíz, la inflorescencia y el material muerto, con promedios de 44, 31, 19, 5 y 1 %, respectivamente. No obstante, en este mismo estudio a los 15 días después del rebrote (DDR), la hoja fue el componente que más aportó, con un 48 %, pero, a partir de los 45 DDR el tallo comenzó a predominar, aumentando de un 39 % hasta alcanzar un 53 % a los 105 DDR. A diferencia del presente estudio, la raíz mantuvo un aporte constante del 17 % en los días 15 y 45 DDR, mostrando ligeros incrementos a los 60 y 105 DDR con 19 y 20 %, respectivamente. Así mismo, la inflorescencia y el material muerto fueron los componentes con menor participación, registrando únicamente 5 y 1 % a los 105 DDR. Por su parte, Hervert (2025), en un experimento en campo en una evaluación estacional a diferentes meses después de rebrote (MDR), en zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo con alta carga animal, obtuvo los mayores rendimientos entre los 14 y 16 meses de rebrote, con valores que oscilaron entre 1,880 y 3,320 kg MS ha⁻¹, dependiendo de la estación, presentándose posteriormente un ligero descenso en etapas más avanzadas. Durante este periodo, la hoja y el tallo fueron los componentes morfológicos dominantes, alcanzando valores máximos de 1,067.6 y 453.0 kg ha⁻¹, respectivamente, alrededor del mes 16 de rebrote.

4.2 Producción de Biomasa Aérea (BA), Raíz y su Relación (R:PA/Raíz)

En la Figura 3, se reporta el comportamiento de la parte aérea del zacate picoso (*A. clandestina*), que corresponde a la suma de los componentes hoja, tallo y material muerto. La mayor producción de la parte aérea tiene una diferencia significativa ($p < 0.05$) a los 257 DDS con un valor de 7.5 g MS planta⁻¹, mientras que, por otro lado, el menor valor fue a los 80 DDS con 0.01 g MS planta⁻¹. En la raíz la mayor producción también fue a los 257 DDS con 2.5 g MS planta⁻¹, y el menor valor fue a los 80 DDS con 0.01 g MS planta⁻¹. El comportamiento de la relación entre la parte aérea y la raíz (R:PA/Raíz) se

identificaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los 80 y 257 DDS, donde a los 185 DDS se registró la mayor relación con un valor de 6.9, lo que indicó una mayor producción de biomasa. Sin embargo, el menor valor registrado fue a los 95 DDS con 1.0, lo que muestra la menor producción de biomasa. Hay comparaciones similares con el experimento de Cortez *et al.* (2023) en el análisis de crecimiento en zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) donde obtuvo la mayor producción de la parte aérea a los 105 días después del rebrote (DDR) con 5.28 g MS planta⁻¹, en contraparte, el valor mínimo se obtuvo a los 15 DDR con 0.37 g MS planta⁻¹. En la raíz la mayor producción al igual fue a los 105 DDR con 1.29 g MS planta⁻¹, y el menor valor fue a los 15 DDS con 0.08 g MS planta⁻¹. La mayor relación entre estos dos componentes; parte aérea y raíz (R:PA/Raíz) se obtuvo a los 105 DDR, mientras que a los 15 DDR se obtuvo la menor relación de 0.37.

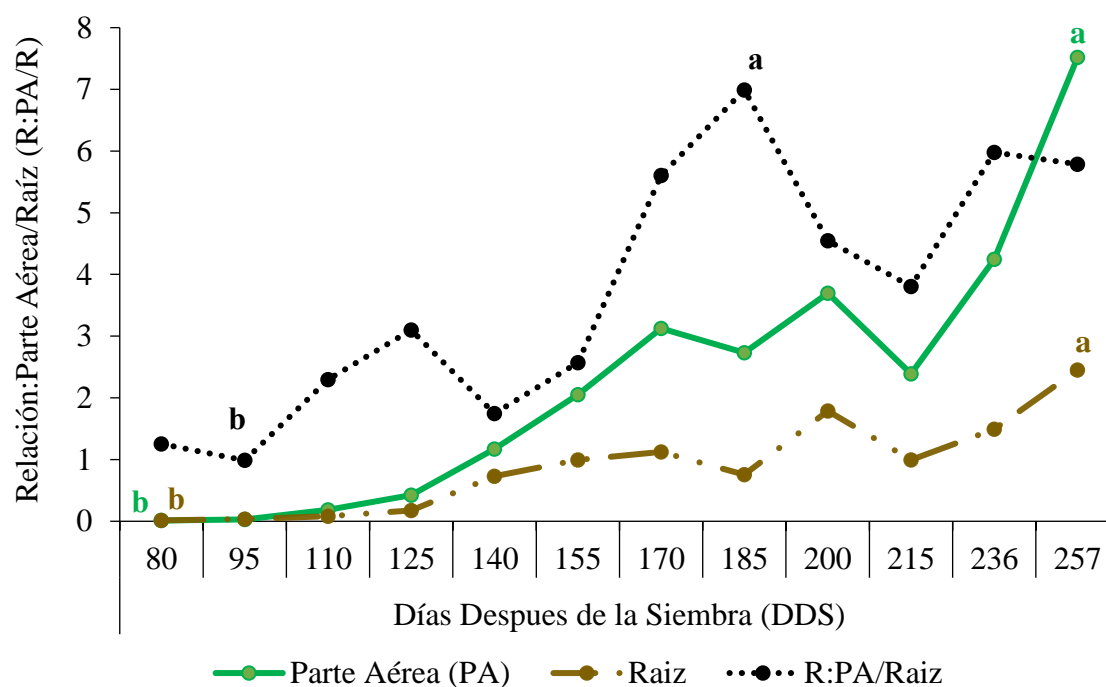


Figura 3. Peso de parte aérea (PA) y peso raíz (Raíz) Relación:Parte Aérea/Raíz (R:PA/Raíz), de zacate picoso (*A. clandestina*) a diferentes edades de siembra (DDS), en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.

4.3 Relación:Hoja/Tallo

En la Figura 4, se muestra la relación de la hoja respecto al tallo (R:H/T), la cual mostro diferencias significativas entre los DDS ($p<0.05$). La mayor R:H/T se aprecia a los 95 DDS con un valor de 3.9. En cambio, la menor relación fue a los 257 DDS con 0.5. Por ende, se detectaros menores valores cuando se incrementó la edad de la planta, ya que valores inferiores a 1.0, significa un menor peso de la hoja respecto al tallo y refleja una menor calidad como fuente de forraje, ya que la hoja es el componente más selectivo por el animal, más digestible y de mayor calidad nutricional.

En este contexto, un estudio realizado por Santiago *et al.* (2023), realizado en condiciones similares al presente, sobre el crecimiento del zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) en condiciones de invernadero reportó un valor promedio de relación:hoja/tallo de 0.9. El valor más alto se registró a los 15 días después del corte de uniformización, alcanzando 1.2. En el segundo muestreo, esta relación disminuyó a 0.7; sin embargo, entre los 45 y 75 días después del rebrote (DDR), se mantuvo estable con valores entre 0.8 y 0.9. Finalmente, a los 90 DDR, la relación volvió a descender, registrándose el valor más bajo durante todo el periodo de evaluación.

De acuerdo con Hervert (2025), en pasto picoso (*Amelichloa clandestina*) en su estudio realizado bajo condiciones de campo, en pastoreo en distintas estaciones, se observó que durante el invierno la relación:hoja/tallo alcanzó un valor máximo de 7.2 al doceavo mes de rebrote, mostrando posteriormente un descenso significativo hacia el final del periodo experimental ($p<0.05$). Durante los primeros meses, esta relación fue mínima, registrándose un valor de 0.5 al tercer mes de rebrote; sin embargo, en la mayoría de los meses evaluados, la proporción hoja/tallo fue superior a 1.0, lo que refleja un predominio de la biomasa foliar sobre la estructural. Este patrón estacional sugiere que las bajas temperaturas iniciales limitan el desarrollo foliar, pero conforme avanza el rebrote y se acumula mayor energía fotosintética, se favorece la producción de hojas.

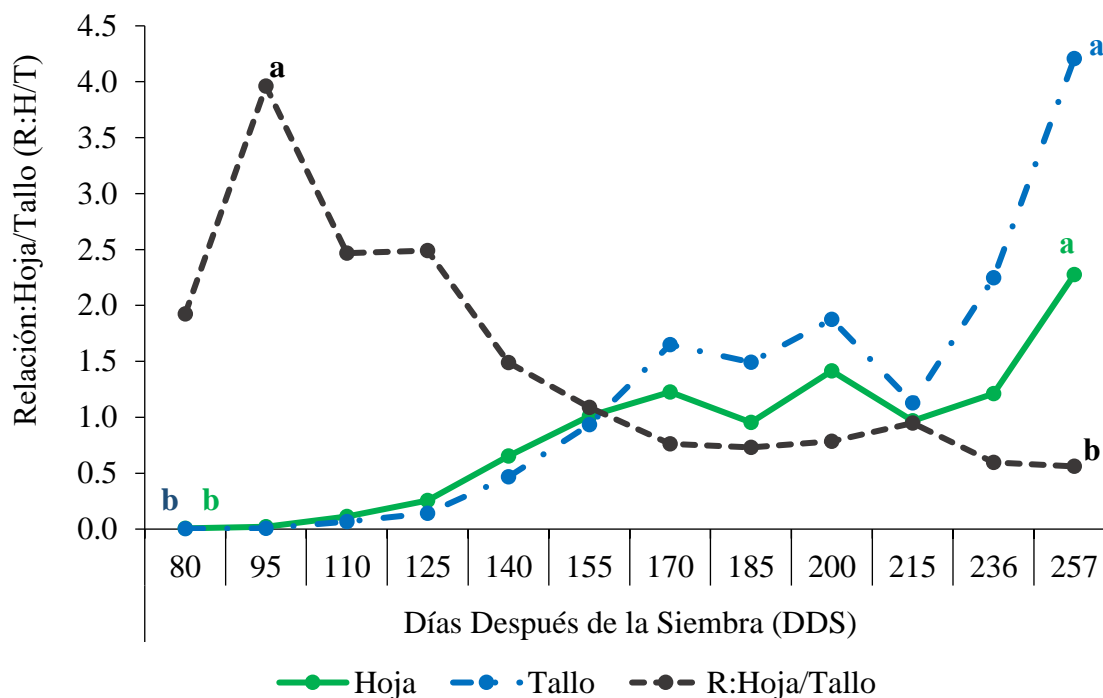


Figura 4. Relación:Hoja/tallo, peso hoja y peso tallo de zacate picoso (*A. clandestina*) cosechada a diferentes edades de siembra (DDS), en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.

4.4 Dinámica poblacional de tallos vivos y muertos

En la Figura 5, se aprecia la dinámica poblacional de tallos; tallos vivos y tallos muertos, durante un periodo de evaluación de 245 días después de la siembra, en zacate picoso (*A. clandestina*). Se observó en general que durante el periodo de evaluación existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el periodo de 21 a 245 DDS, donde la especie inicio con 1 tallo planta⁻¹ y durante los días de crecimiento (DDS) el número de tallos fue incrementando hasta llegar a un total de 93 tallos planta⁻¹ a los 245 DDS. Los promedios muestran que la mayor tasa de aparición de tallos registrada fue en la evaluación realizada a los 119 DDS, con 9 poblaciones identificadas, con el incremento de 9 tallos planta⁻¹. Durante el muestreo realizado se observaron valores ascendentes a partir de los 63 DDS, hasta los 245 DDS (93 tallos planta⁻¹).

De acuerdo con, Méndez *et al.* (2023) en un estudio sobre análisis de crecimiento del rye grass (*Lolium perenne* L.) durante el ciclo otoño-invierno, se observó un

comportamiento ascendente y descendente, en donde la menor densidad se presentó a los 15 DDS con 1 tallo planta⁻¹. Conforme avanzó la edad de la planta, se llegó hasta 2, 3, 4 y 5 poblaciones, registrando un incremento en el número de tallos, alcanzando valores de 16, 13, 12 y 11 tallos planta⁻¹, respectivamente. No obstante, al registrar 12 poblaciones de tallos, a los 108 DDS, la densidad de estos disminuyó hasta 3 tallos planta⁻¹. Cada población contribuyó a la densidad total de tallos evaluada a intervalos de siete días. En este sentido, la densidad más baja se reportó a los 15 DDS con un total de 1 tallo planta⁻¹, mientras que las más altas se obtuvieron al final del experimento, a los 101 y 108 DDS, con un total 82 y 87 tallos planta⁻¹, respectivamente.

Por otra parte, la dinámica semanal de tallos muertos del zacate picoso (*A. clandestina*) a lo largo del periodo experimental se presenta en la Figura 5. Al respecto, se identificaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las diferentes edades de la planta en 7 y 9 a los 175 DDS con 2 tallos muertos planta⁻¹. No obstante, en la mayoría de los casos no se observaron diferencias importantes en cuanto a la mortalidad de tallos. A lo largo del experimento, el mayor número de tallos muertos se registró a los 175 días después de la siembra (DDS), con un total de 8 tallos muertos planta⁻¹, mientras que el nivel más bajo de mortalidad se presentó desde los 21 a 161 DDS, con 0 tallos muertos planta⁻¹. Cortez *et al.* (2023), determinó que las poblaciones 8 y 10 presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.05$). Sin embargo, en la mayoría de los casos no se observaron variaciones relevantes, atribuibles principalmente a la mortalidad de tallos. Asimismo, se identificó que el mayor número de tallos muertos se registró a los 101 días después de la siembra (DDS), con un total de 7 tallos planta⁻¹, mientras que la menor incidencia se presentó entre los 59 y 66 DDS, con únicamente 1 tallo planta⁻¹. No obstante, tanto en *Amelichloa clandestina*, como en la literatura citada, el número de tallos muertos nunca superan al número de tallos vivos en todas las edades evaluadas, lo que refleja una excelente tasa de sobrevivencia de tallos a través de la edad de la planta.

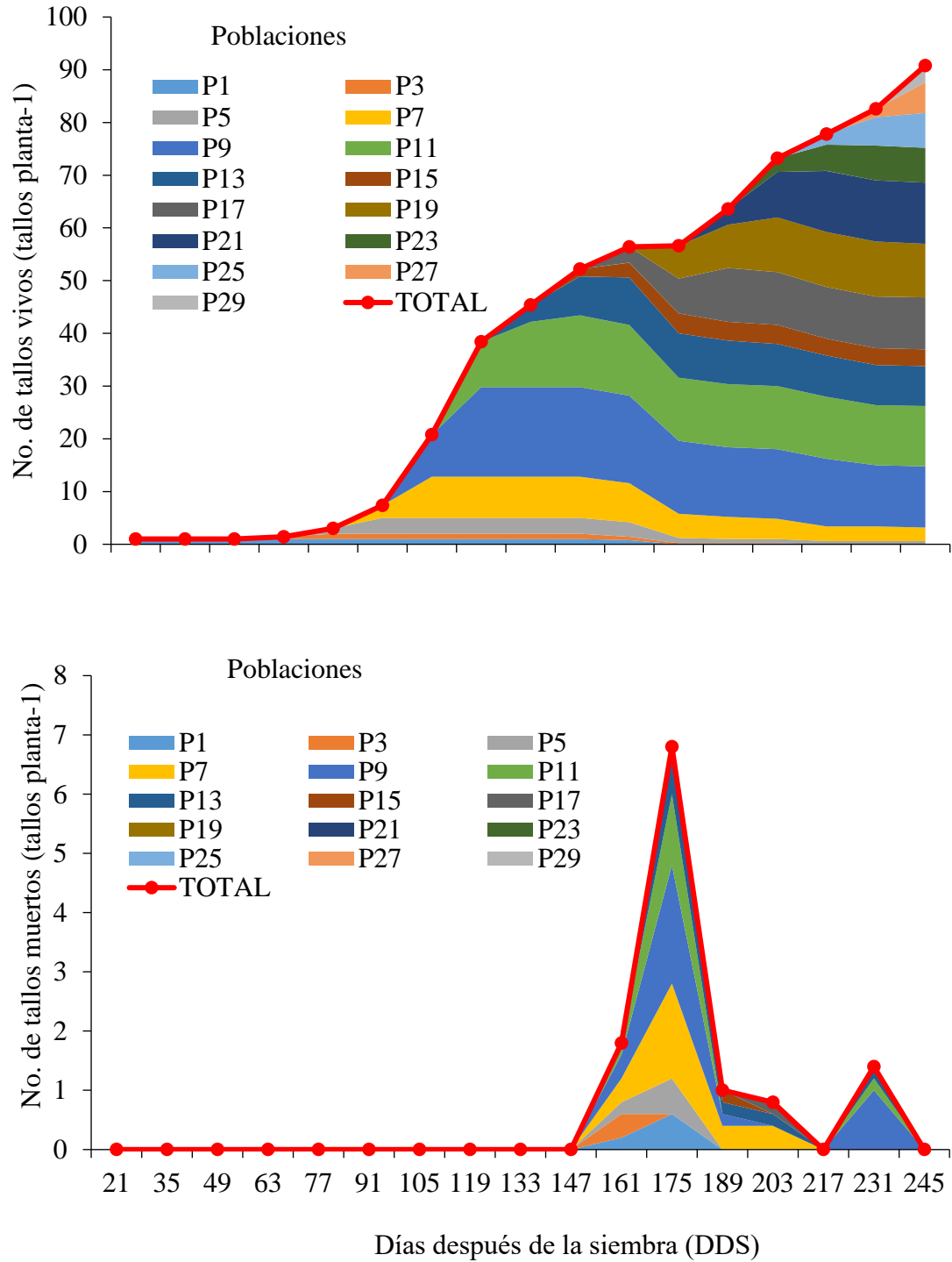


Figura 5. Cambio semanal en la población de tallos vivos y muertos por planta del zacate picao (*A. clandestina*) a días después de la siembra, en condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.

V. CONCLUSIONES

Se cumple con la primera hipótesis en el incremento progresivo en la producción de materia seca a lo largo del tiempo (DDS). Así mismo, la segunda hipótesis también se cumple, en relación con los componentes morfológicos, el mayor rendimiento total se registró a los 257 DDS, destacando el tallo como el componente con mayor contribución a la biomasa total, por lo que, en los cambios en peso seco de los componentes morfológicos a lo largo del tiempo, se observó un incremento continuo en todos los órganos vegetales. Finalmente, en la tercera hipótesis igual se cumple, en la dinámica de tallos vivos y muertos, se registró un incremento constante en el número de tallos, mientras que la muerte de tallos fue mínima. Estos resultados evidencian una alta capacidad de regeneración y persistencia del zacate picoso bajo condiciones controladas.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar, E. L. (1971).** La temperatura y edad de la semilla sobre la germinación del zacate buffel: *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de licenciatura, Universidad de Sonora. 6-11 pp. <http://hdl.handle.net/20.500.12984/2947>
- Alvario-Cayo, C. J. (2022).** Manejo de las principales especies forrajeras gramíneas, para el uso en pastoreo del Ecuador (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2022). 5-7 pp. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11325>
- Arriaga, M. O., & Barkworth, M. E. (2006).** *Amelichloa*: a new genus in the Stipeae (Poaceae). SIDA, contributions to botany, 145-149 pp. <http://www.jstor.org/stable/41968564>
- Balandrán-Valladares, M., Ojeda-Barrios, D. L., Melgoza-Castillo, A., & Mata-González, R. (2015).** Emergencia y sobrevivencia del zacate rosado en diferentes suelos y patrones de humedad-sequía. Terra Latinoamericana, 33(2), 169-178 pp. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792015000200169&script=sci_arttext
- Barrera, J., Suárez, D., & Melgarejo, LM (2010).** II. Análisis de crecimiento en plantas. Experimentos en fisiología vegetal. Melgarejo, LM (Ed.). Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, 43, 25-27 pp.
- Beetle, A. A. (1977).** Noteworthy grasses from México. V. Phytologia 37(4): 17-30 pp.
- Carrillo-Llanos, M. D. J. (2019).** Crecimiento al establecimiento de gramíneas (Poaceae) nativas de zonas áridas de México [Tesis de maestría, Colegio de Posgraduados]. Repositorio institucional de Colegio de Posgraduados. 22-24 pp. <http://193.122.196.39:8080/xmlui/handle/10521/3222>
- Castro-Rivera, R., Hernández-Garay, A., Vaquera-Huerta, H., Hernández-Girón, J., Quero-Carrillo, A. R., Enríquez-Quiroz, J. F., & Martínez-Hernández, P. A. (2012).** Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con

leguminosas en pastoreo. Revista Fitotecnia Mexicana, 35(1), 87-99 pp.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802012000100012&script=sci_arttext

Catalogue of the life. (2006). *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth.
<https://www.gbif.org/es/species/4106330> (01 de septiembre de 2025).

CONABIO (2009). *Stipa clandestina* Hack. Malezas de México.
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/stipa-clandestina/fichas/ficha.htm> (04 de septiembre de 2025).

CONAGUA (2025). Base de datos climatológica nacional. Coordinación general del servicio meteorológico nacional.
https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/coah/nor9120_05048.txt (Fecha de consulta el 06 de septiembre de 2025).

Cortez-López, A. S., & Álvarez-Vázquez, P. (2023). Análisis de crecimiento de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en el ciclo otoño-invierno. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. 14-15 pp.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/49124>

Flora of North America Association. (2021). *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth. Flora of North America, Vol. 24. Utah State University.
https://floranorthamerica.org/Amelichloa_clandestina

Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (2006). *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth., <https://www.gbif.org/es/species/4106330> (08 de septiembre de 2025).

Hernández, E. (2024). Análisis de crecimiento de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en la estación de otoño en el Sureste de Coahuila. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. 1-3 pp.
<https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/50004>

- Hervert, F. (2025).** Acumulación de materia seca y perfil nutricional de zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth) posterior a eventos de apacentamiento. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. 21-23 pp.
- Juanes-Márquez, S. (2021).** Caracterización ecológica de un zacatal de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth, donde se aplicó corte y herbicida en el rancho los ángeles, Coahuila, México. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] 2-4 pp.
<http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/47690>
- Juanes-Márquez S., Encina-Domínguez J. A., Álvarez-Vázquez P., Lara-Reimers E. A., Camposeco-Montejo N., & García-López J. I. (2023).** Caracterización del banco de semilla de un zacatal en el Sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(1), 100-101 pp.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3386>
- Juanes-Márquez S., Encina-Domínguez J. A., Torres-Mora M., Mellado M., Álvarez-Vázquez P., & Lara-Reimers E. A. (2024).** Efecto del corte, quema y aplicación de herbicida en la estructura y diversidad de especies de un pastizal de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth en el Desierto Chihuahuense. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1459. 2-3 pp.
- López-Velazquez M. M., Ramírez-Segura E., Sánchez-Gutiérrez R. A., Joaquín-Cancino S., Muñoz-Salas L. C., & Gayosso-Barragán O. (2023).** Parámetros de calidad en propágulos de pastos nativos e introducidos cosechados en sequía. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(4A), 487-489 pp.
<https://www.revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/download/1542/1474>
- March-Mifsut I., & Martínez-Jiménez M. (2007).** Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 9-10 pp. <http://hdl.handle.net/20.500.12013/1619>

- Marcheco E. C., Perdomo G. Á., Capote C. B., Martínez A. V., Armijos M. S., Macías T. J., ... & Cuadro N. Z. (2017).** La especie *Cenchrus purpureus* una alternativa para la producción de forraje. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(4), 1-5 pp.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040417.html>
- Mendez-Cervantes F. J., Álvarez-Vázquez P., Mendoza-Pedroza S. I., Carrillo-López P., & Laureano-Ortiz J. A. (2023).** Análisis de crecimiento del rye grass (*Lolium perenne* L.) en el ciclo de crecimiento de otoño-invierno. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. 49-51 pp.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/49332>
- Open Herbarium (1986).** *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth. Ejemplar recolectado por Eduardo, A. 19 de mayo de 1986, estado de Coahuila de Zaragoza, México. Catalogo No. 15577
<https://openherbarium.org/taxa/index.php?tid=636274> (25 de agosto de 2025).
- Ramírez-Segura E. (2023).** Producción, calidad de semilla y establecimiento de plántulas en *Bouteloua curtipendula* (MICHX) TORR [Tesis de doctorado, Colegio de Posgraduados] Repositorio institucional Colegio de Posgraduados.
<http://hdl.handle.net/10521/5066>
- Ramírez-Segura E., Maldonado-Jaquez J. A., Torres-Salas I., & Quero-Carrillo A. R. (2022).** Atributos físicos y fisiológicos de semilla de pastos nativos del México árido. Revista fitotecnia mexicana, 45(4), 453-455 pp.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2022.4.453>
- Rebollo R., & Sal A. G. (2003).** Aprovechamiento sostenible de los pastizales. Ecosistemas, 12(3), 1-3 pp.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/231>
- Reyna J. V., & Davila P. D. (1995).** Clasificación de los géneros de gramíneas (*Poaceae*) mexicanas. Acta Botánica Mexicana, (33), 37-38 pp.
<https://www.redalyc.org/pdf/574/57403302.pdf>

- Sánchez J. G. (2018).** Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (*Poaceae*) de México. *Acta botánica mexicana*. 126: e1379. 3-2 pp. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>
- Santiago-García V. F., Álvarez-Vázquez P., Velázquez-Martínez M., García-Martínez J. E., & De León-González L. L. (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]. 19-20 pp. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/49017>
- Silva A. H. C., García, A. P., & Granillo, E. J. S. (2000).** Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Técnica Pecuaria en México*, 38(1), 19-21 pp. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61338102>
- Torres-Sales A. y Villalobos-González J. C. (2024).** ¿Resembrar o no resembrar? Factores que afectan el establecimiento de plántulas de pastos en pastizales. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 15 (3), 706-708 pp. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/6541/5387>
- Vaquera-Huerta H. (2018).** Análisis de crecimiento estacional de trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Agro productividad*, 11(5), 62-68 pp. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/374/262>
- Villamizar-Rosas F., Monsalve S. A., Lotero-Cadavid J., & Bernal-Eusse J. (1976).** Factores ecológicos en la producción de forrajes. *Corporación colombiana de investigación agropecuaria*. 33-35 pp. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/23562>
- Villaseñor J. L., & Magaña P. (2006).** Plantas introducidas en México. *Ciencias*, (082). 38-40 pp. <https://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/download/12050/11372>

VII. ANEXOS

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (g MS planta⁻¹) de los componentes morfológicos y su aportación al rendimiento total de forraje de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechados a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Componentes morfológicos				Total	SIG	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	M.M				
80	0.02 ^{Ba}	0.004 ^{Eb}	0.007 ^{Eab}	0.002 ^{Cb}	0.02 ^D	0.02	0.006	0.009
95	0.03 ^{Ba}	0.007 ^{Eb}	0.02 ^{Ea}	0.004 ^{Cb}	0.06 ^D	<.0001	0.008	0.01
110	0.08 ^{Bab}	0.06 ^{Eab}	0.1 ^{DEa}	0.007 ^{Cb}	0.2 ^{CD}	0.002	0.05	0.08
125	0.1 ^{Bab}	0.1 ^{DEab}	0.2 ^{CDEa}	0.02 ^{Cb}	0.6 ^{CD}	0.001	0.1	0.1
140	0.7 ^{ABa}	0.4 ^{CDEa}	0.6 ^{BCDEa}	0.04 ^{Cb}	1.9 ^{BCD}	0.0001	0.2	0.3
155	0.9 ^{ABa}	0.9 ^{BCDEa}	1.01 ^{BCa}	0.1 ^{Cb}	3.0 ^{BCD}	<.0001	0.2	0.4
170	1.1 ^{ABab}	1.6 ^{BCDa}	1.2 ^{Ba}	0.2 ^{Cb}	4.2 ^{BC}	0.0009	0.6	0.9
185	0.7 ^{ABab}	1.4 ^{BCDEa}	0.9 ^{BCDab}	0.2 ^{Cb}	3.4 ^{BCD}	0.005	0.5	0.7
200	1.7 ^{ABa}	1.8 ^{BCa}	1.4 ^{ABa}	0.4 ^{BCb}	5.4 ^B	0.0003	0.5	0.8
215	0.9 ^{ABa}	1.1 ^{BCDEa}	0.9 ^{BCDa}	0.2 ^{Cb}	3.3 ^{BCD}	0.0006	0.4	0.6
236	1.4 ^{ABab}	2.2 ^{Ba}	1.2 ^{Bab}	0.7 ^{ABb}	5.7 ^B	0.0003	0.9	1.3
257	2.4 ^{Ab}	4.2 ^{Aa}	2.2 ^{Ab}	1.0 ^{Ab}	9.9 ^A	0.001	1.0	1.6
\bar{x}	0.8 ^b	1.1 ^a	0.8 ^b	0.2 ^c	3.1	<.0001	0.1	0.2
SIG	0.0009	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001			
EEM	1.04	0.8	0.4	0.2	2.2			
DMS	1.8	1.5	0.8	0.4	4.1			

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren (p>0.05), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 3. Aportación de los componentes morfológicos (%), al rendimiento total de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Componentes morfológicos				Total	SIG	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	M.M				
80	49 ^{ABa}	13 ^{Db}	24 ^{CDb}	14 ^{ABb}	100	0.02	14.7	22.2
95	51 ^{Aa}	11 ^{Dc}	32 ^{ABCDb}	7 ^{ABCc}	100	<.0001	5.0	7.6
110	33 ^{ABCab}	19 ^{CDbc}	41 ^{Aa}	7 ^{ABCc}	100	0.0006	9.5	14.4
125	29 ^{ABCab}	21 ^{CDbc}	41 ^{Aa}	9 ^{ABCc}	100	0.01	11.7	17.8
140	39 ^{ABCa}	24 ^{BCDb}	35 ^{ABa}	3 ^{Cc}	100	<.0001	6.5	9.8
155	31 ^{ABCa}	32 ^{ABCa}	34 ^{ABCa}	4 ^{BCb}	100	<.0001	5.9	8.9
170	21 ^{Cb}	41 ^{Aa}	31 ^{BCDab}	7 ^{ABCc}	100	0.0008	9.0	13.7
185	22 ^{Cab}	42 ^{Aa}	28 ^{BCDa}	8 ^{ABCb}	100	0.03	13.1	19.8
200	29 ^{ABCa}	37 ^{ABa}	27 ^{BCDa}	8 ^{ABCb}	100	0.02	11.0	16.7
215	26 ^{BCa}	34 ^{ABCa}	31 ^{ABCDa}	8 ^{ABCb}	100	0.01	9.6	14.5
236	21 ^{Cb}	40 ^{Aa}	23 ^{Db}	15 ^{Ab}	100	0.04	10.4	15.7
257	23 ^{Cb}	43 ^{Aa}	23 ^{Db}	11 ^{ABCb}	100	0.004	9.8	14.8
̄x	31 ^a	30 ^a	31 ^a	8 ^b	100	<.0001	2.5	3.9
SIG	0.0005	<.0001	<.0001	0.04				
EEM	12.9	8.5	5.7	6.1				
DMS	23.5	15.4	10.4	11.1				

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4. Peso de parte aérea y raíz (g MS planta⁻¹) y su Relación:Parte aérea/Raíz de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México

DDS	Variables			SIG	EEM	DMS
	Parte Aérea (PA)	Raíz	R:PA/Raíz			
80	0.01 ^{Ea}	0.01 ^{Ba}	1.2 ^A	0.2	0.009	0.01
95	0.03 ^{Ea}	0.03 ^{Ba}	1.0 ^A	0.006	0.005	0.007
110	0.1 ^{DEa}	0.08 ^{Ba}	2.2 ^A	0.1	0.1	0.1
125	0.4 ^{DEa}	0.1 ^{Bb}	3.1 ^A	0.08	0.1	0.2
140	1.1 ^{CDEa}	0.7 ^{ABb}	1.7 ^A	0.01	0.3	0.4
155	2 ^{BCDEa}	0.9 ^{ABb}	2.5 ^A	0.0008	0.2	0.3
170	3.7 ^{BCa}	1.1 ^{ABb}	5.6 ^A	0.01	0.8	1.1
185	2.7 ^{BCDa}	0.7 ^{ABb}	6.9 ^A	0.08	0.9	1.2
200	3.6 ^{BCa}	1.7 ^{ABb}	4.5 ^A	0.01	0.7	1.04
215	2.3 ^{BCDEa}	0.9 ^{ABb}	3.8 ^A	0.002	0.4	0.5
236	4.2 ^{Ba}	1.4 ^{ABb}	5.9 ^A	0.004	1.2	1.5
257	7.5 ^{Aa}	2.5 ^{Ab}	5.7 ^A	0.03	1.9	2.4
\bar{x}	2.2 ^a	0.8 ^b	3.7	0.04	1.6	1.4
SIG	<.0001	0.0009	0.04			
EEM	1.4	1.04	4.04			
DMS	2.5	1.8	7.3			

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 5. Rendimiento de hoja y tallo (g MS planta⁻¹) y la relación:hoja/tallo de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], cosechada a diferentes días de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Variables		R:H/T	SIG	EEM	DMS
	Hoja	Tallo				
80	0.006 ^{Ea}	0.003 ^{Eb}	1.9 ^{AB}	0.01	0.001	0.002
95	0.02 ^{Ea}	0.007 ^{Eb}	3.9 ^A	0.03	0.006	0.008
110	0.1 ^{DEa}	0.06 ^{Eb}	2.4 ^{AB}	0.0002	0.02	0.02
125	0.2 ^{CDEa}	0.1 ^{DEb}	2.4 ^{AB}	0.002	0.06	0.08
140	0.6 ^{BCDEa}	0.4 ^{CDEb}	1.4 ^B	0.0001	0.07	0.1
155	1.01 ^{BCa}	0.9 ^{BCDEa}	1.08 ^B	0.0008	0.1	0.1
170	1.2 ^{Bb}	1.6 ^{BCDa}	0.7 ^B	0.0008	0.2	0.3
185	0.9 ^{BCDb}	1.4 ^{BCDEa}	0.7 ^B	0.006	0.2	0.3
200	1.4 ^{ABa}	1.8 ^{BCa}	0.7 ^B	0.04	0.4	0.6
215	0.9 ^{BCDa}	1.1 ^{BCDEa}	0.9 ^B	0.01	0.2	0.3
236	1.2 ^{Bb}	2.2 ^{Ba}	0.5 ^B	0.02	0.7	1.0
257	2.3 ^{Ab}	4.2 ^{Aa}	0.5 ^B	0.02	0.8	1.1
\bar{x}	0.8 ^b	1.1 ^a	1.4	0.006	0.1	0.1
SIG	<.0001	<.0001	<.0001			
EEM	0.4	0.8	0.3			
DMS	0.8	1.5	0.5			

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 6. Población de tallos vivos (PTV; tallos planta⁻¹) de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], días después de la siembra, en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	PTV															TOTAL	SIG	EEM	DMS
	P1	P3	P5	P7	P9	P11	P13	P15	P17	P19	P21	P23	P25	P27	P29				
21	1 ^{Aa}	0 ^{Cb}	0 ^{Db}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	1 ^P	<.0001	0	0
35	1 ^{Aa}	0 ^{Cb}	0 ^{Db}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	0 ^{Ba}	1 ^P	<.0001	0	0
49	1 ^{Aa}	0 ^{Cb}	0 ^{Db}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	1 ^P	<.0001	0	0
63	1 ^{Aa}	0 ^{BCbc}	0 ^{Dc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	1 ^{OP}	<.0001	0.1	0
77	1 ^{Aa}	1 ^{Aa}	1 ^{BCDa}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	3 ^{OP}	<.0001	0.2	1
91	1 ^{Abc}	1 ^{Abc}	3 ^{Aa}	2 ^{BCab}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	7 ^{OP}	<.0001	0.7	2
105	1 ^{Ab}	1 ^{Ab}	3 ^{Aab}	7 ^{Aa}	8 ^{BCa}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	20 ^{NOP}	<.0001	2.2	5
119	1 ^{Acd}	1 ^{Acd}	3 ^{Abcd}	7 ^{Abc}	17 ^{Aa}	9 ^{Ab}	0 ^{Bd}	0 ^{Bd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	38 ^{LMN}	<.0001	2.8	7
133	1 ^{Aef}	1 ^{Aef}	3 ^{Adef}	7 ^{Abcd}	17 ^{Aa}	12 ^{Aabc}	3 ^{ABdef}	0 ^{Bf}	0 ^{Cf}	0 ^{Bf}	0 ^{Cf}	0 ^{Cf}	0 ^{Cf}	0 ^{Cf}	0 ^{Bf}	44 ^{JKLM}	<.0001	2.3	6
147	1 ^{Ad}	1 ^{Ad}	3 ^{Acd}	7 ^{Abcd}	17 ^{Aa}	14 ^{Aab}	7 ^{ABbcd}	1 ^{ABd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	51 ^{HJKL}	<.0001	3.5	9
161	0 ^{Acd}	1 ^{ABd}	3 ^{ABcd}	7 ^{Abcd}	17 ^{Aa}	13 ^{Aab}	9 ^{Aabc}	3 ^{Acd}	3 ^{BCcd}	0 ^{Bd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	56 ^{FGHIJK}	<.0001	3.4	8
175	0 ^{Ce}	0 ^{BCde}	1 ^{BCDde}	5 ^{ABabcde}	14 ^{ABa}	12 ^{Aab}	8 ^{Aabcde}	4 ^{Abcde}	7 ^{ABCabcde}	6 ^{ABabcde}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	0 ^{Be}	57 ^{FGHIJ}	<.0001	4.1	10
189	0 ^{Cc}	0 ^{BCc}	1 ^{CDbc}	4 ^{ABCabc}	13 ^{ABa}	12 ^{Aa}	8 ^{Aabc}	4 ^{Aabc}	10 ^{Aabc}	8 ^{Aabc}	3 ^{BCabc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	63 ^{DEFGHI}	<.0001	4.2	10
203	0 ^{Cd}	0 ^{BCd}	1 ^{CDd}	4 ^{ABCbcd}	13 ^{ABabcd}	12 ^{Aabcd}	8 ^{ABabc}	4 ^{Aab}	10 ^{ABabcd}	10 ^{Aab}	9 ^{ABabcd}	3 ^{BCabcd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	74 ^{BCDEFG}	<.0001	4.5	11
217	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	1 ^{CDbc}	3 ^{BCabc}	13 ^{ABa}	12 ^{Aa}	8 ^{ABabc}	3 ^{Aabc}	10 ^{ABabc}	10 ^{Aabc}	12 ^{Aa}	5 ^{ABabc}	2 ^{BCabc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	79 ^{ABCDE}	<.0001	4.4	11
231	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	1 ^{CDbc}	3 ^{BCabc}	12 ^{ABab}	11 ^{Aabc}	8 ^{ABabc}	3 ^{Aabc}	10 ^{ABabc}	10 ^{Aabc}	12 ^{Aab}	7 ^{Aabc}	5 ^{ABabc}	2 ^{BCabc}	0 ^{Bc}	84 ^{ABC}	<.0001	4.7	12
245	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	1 ^{CDbc}	3 ^{BCabc}	12 ^{ABabc}	11 ^{Aabc}	8 ^{ABabc}	3 ^{Aabc}	10 ^{ABabc}	10 ^{Aabc}	12 ^{Aabc}	7 ^{Aabc}	7 ^{Aabc}	6 ^{Aabc}	3 ^{Aabc}	93 ^A	<.0001	5.01	12
\bar{x}	0.5 ^d	0.4 ^d	1.4 ^{cd}	3.4 ^{bcd}	9.0 ^a	7.1 ^{ab}	4.1 ^{bcd}	1.5 ^{cd}	3.6 ^{bcd}	3.2 ^{bcd}	2.9 ^{bcd}	1.3 ^{cd}	0.9 ^d	0.6 ^d	0.1 ^d				
SIG	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.001				
EEM	0.1	0.2	0.7	1.7	3.4	3.8	3.2	1.1	2.8	3.07	2.4	1.1	1.3	1.6	1.01				
DMS	0.2	0.5	1.9	4.2	8.4	9.4	8.06	2.7	7.02	7.5	6.07	2.8	3.4	4.1	2.5				

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 7. Población de tallos muertos (PTM; tallos planta⁻¹) de zacate picoso [*Amelichloa clandestina* (Hack) Arriaga & Barkworth], días después de la siembra, en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	PTM															TOTAL	SIG	EEM	DMS
	P1	P3	P5	P7	P9	P11	P13	P15	P17	P19	P21	P23	P25	P27	P29				
21	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
35	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
49	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
63	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
77	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
91	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
105	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
119	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
133	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
147	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
161	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{BCa}	0 ^{BCDa}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{BC}	0.0005	0.3	1
175	1 ^{Aab}	0 ^{Bb}	1 ^{Bab}	2 ^{Aab}	2 ^{Aa}	1 ^{Aab}	1 ^{Aab}	0 ^{ABb}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	8 ^A	<.0001	0.7	2
189	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{BCDa}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{ABa}	0 ^{ABa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{BC}	0.1	0.2	1
203	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{BCDa}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{ABa}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{BC}	0.4	0.2	1
217	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Db}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{BC}	0.4	0.08	0
231	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	1 ^{ABa}	0 ^{Ba}	0 ^{ABa}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	1 ^{BC}	0.2	0.4	1
245	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ca}	0 ^{Da}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Ba}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^{Aa}	0 ^C	0	0	0
\bar{x}	0.02 ^d	0 ^d	0.05 ^{abcd}	0.1 ^{ab}	0.1 ^a	0.02 ^{bcd}	0.02 ^{cd}	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d				
SIG	<.0001	0.006	<.0001	<.0001	0.003	<.0001	0.001	0.05	0.5	0	0	0	0	0	0				
EEM	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0				
DMS	0.3	0.3	0.5	0.9	1.5	0.6	0.4	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0				

Medidas seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medidas seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$), SIG= Significancia, EEM= Error estándar de media, DMS= Diferencia Mínima Significativa. En condiciones de invernadero en el Sureste de Coahuila, México.