

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



**Análisis de crecimiento de zacate navajita [*Bouteloua gracilis*
(Kunth) Lag. ex Griffiths]] en condiciones de invernadero**

Por:

VICENCIO FLORENCIO SANTIAGO GARCIA

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero de 2023.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**Análisis de crecimiento de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis*
(Kunth) Lag. ex Griffiths)] en condiciones de invernadero**

POR:

Vicencio Florencio Santiago Garcia

TESIS


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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Revisada y probada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



Dr. Mauricio Velázquez Martínez
Codirector

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero 2023.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**Análisis de crecimiento de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis*
(Kunth) Lag. ex Griffiths)] en condiciones de invernadero**

POR:

Vicencio Florencio Santiago Garcia

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



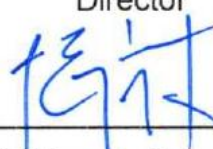
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director



Dr. Mauricio Velázquez Martínez

Codirector



Dr. José Eduardo García Martínez

Coasesor



Dr. Luis Lauro de León González

Coasesor



Dr. Ricardo Vásquez Aldape

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero 2023.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, febrero de 2023.

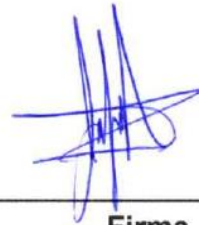
DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Análisis de crecimiento de Zacate Navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)] en condiciones de 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 que 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 del mismo, ni a un nuevo envío.

Vicencio Florencio Santiago Garcia

Nombre



Firma

AGRADECIMIENTOS

A mis **padres y hermanos**, porque con el apoyo, comprensión y confianza que me han brindado, todo ha sido posible.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haber sido mi segunda casa y permitirme culminar mis estudios...

AL Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez por darme la confianza para realizar este proyecto y por ser excelente persona siempre.

A **Eleazar, Celia y Adolfo**. Personas con las cuales formé un gran lazo de amistad, quienes fueron parte del proceso de trabajo desde el inicio. Agradecerles por el apoyo que me ofrecieron.

A **Andrea**, por su apoyo incondicional, por formar parte del desarrollo de la carrera.

A los **asesores** que influyeron de manera positiva en la conclusión de este proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres: **Florencio Santiago y Felicitas Garcia**, porque este logro también es suyo y sin ustedes esto no hubiera sido posible, No existen palabras suficientes para agradecerles por ser los mejores padres del mundo, por ser unas maravillosas personas, por ser comprensibles y amorosos; por todo lo que han hecho por mí, las cosas que me han enseñado, las veces que me han inculcado por el buen camino, por mostrarme como ser buena persona, por la confianza que han depositado en mí... por todo, estaré siempre agradecido con ustedes.

A **Florinda Santiago**, mi querida hermanita. Me has enseñado que las cosas se logran con esfuerzo, dedicación y mucha disciplina. Me mostraste el camino a seguir. No se cómo agradecerte todo lo que me apoyas, todos los consejos que me das. Gracias Flor.

A **Manuel Santiago y Alarii Santiago**, mis adorados hermanitos. Por su cariño, su amor, su apoyo y su confianza brindados. Porque ustedes hacen que las cosas tengan aún más sentido. Gracias por todo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características generales de la especie	3
2.1.1 Descripción de zacate navajita	3
2.1.2 Características taxonómicas.....	4
2.1.3 Descripción morfológica	4
2.2 Factores que influyen en la producción de forraje	5
2.2.1 Temperatura	6
2.2.2 Agua	6
2.2.3 Condiciones de suelo	7
2.2.4 Densidad de siembra.....	7
2.2.5 Luminosidad	8
2.2.6 Índice de área foliar	8
2.2.7 Frecuencia e intensidad de corte.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio	10
3.2 Establecimiento.....	11
3.3 Diseño experimental	11
3.4 Variables evaluadas.....	12
3.4.1 Rendimiento de forraje	12
3.4.2 Composición Morfológica	12
3.4.3 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), Peso Tallo Individual (PTI), Peso Hoja por Tallo (PHT)	13
3.4.4 Altura de la planta.....	13
3.4.5 Densidad de Tallos (DT).....	13

3.4.6 Relación:Raíz/Parte Aérea (R:RA/PA).....	14
3.5 Análisis estadístico	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1 Rendimiento de forraje.....	15
4.2 Composición morfológica.....	16
4.3 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), PTI (Peso de Tallo Individual), PHT (Peso de Hoja por Tallo)	19
4.4 Altura de la planta	21
4.5 Densidad de tallos	22
4.6 Relación o Cociente: Raíz/Parte Aérea (R:RA/PA).....	24
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. LITERATURA CITADA	27
VII. ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)]	4
Tabla 2. Categorías taxonómicas superiores de zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)]	4
Tabla 3. Producción de materia seca (g MS Planta ⁻¹) de los componentes morfológicos de forraje de zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.	35
Tabla 4. Componentes morfológicos (%) y su aportación al rendimiento total de forraje de zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.	36
Tabla 5. Relación Hoja: Tallo (R: H/T), Altura de Planta (AP) y Densidad de Tallos (DT), Relación: Raíz/Parte Aérea (R: R/PA) zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.....	37
Tabla 6. PHT (Peso de Hoja por Tallo) y PTI (Peso de Tallo Individual) (g MS planta ⁻¹) zacate navajita [(<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote, en el noreste de Coahuila, México..	38

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperatura máxima, mínima y Humedad, durante el periodo de estudio del 01 de febrero al 10 de julio del 2021 (Higrómetro digital modelo WS08). Corte de uniformización (CU) = 17-04-2021. Siembra = 01 de febrero de 2021 **10**
- Figura 2.** Rendimiento de materia seca (g MS planta⁻¹) de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote (DDR). Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; p< 0.05). **16**
- Figura 3.** Aportación de los componentes morfológicos al rendimiento de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes días de rebrote. CM= Composición Morfológica **18**
- Figura 4.** PHT (Peso de Hoja por Tallo), PTI (Peso de Tallo Individual) (g MS planta⁻¹) y R:H/T de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferente edad de rebrote (DDR) en el sureste de Coahuila, México. **20**
- Figura 5.** Altura de planta (cm) de [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a DDR, en el sureste de Coahuila México. Mismas literales minúsculas sobre la barra no son diferentes estadísticamente. **22**
- Figura 6.** Densidad de Tallos (DT) de [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México. Mismas literales minúsculas sobre las barras no son diferentes estadísticamente. **23**
- Figura 7.** Relación o cociente Raíz/Parte Aérea de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes a DDR, en el sureste de Coahuila, México. Mismas literales minúsculas sobre las barras no son diferentes estadísticamente. **25**

RESUMEN

En México, el zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], es considerado una de las especies de mayor importancia en los pastizales áridos y semiáridos del norte del país. El objetivo del estudio fue analizar el crecimiento y determinar los cambios en los componentes morfológicos y su aportación a la producción de materia seca de *Bouteloua gracilis*, a diferentes días de rebrote (DDR), en condiciones de invernadero. El cultivo se estableció en tubos de PVC de 4 pulgadas a siembra directa. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de Materia Seca (RMS) o Producción de Materia Seca (PMS), Composición Morfológica (CM), Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), Altura de Planta (AP), Densidad de Tallos (DT) y Relación o cociente Raíz/Parte Aérea (R:RA/PA). El mayor RMS se presentó a los 90 DDR y el menor a los 15 y 30 DDR. La raíz aportó la mayor cantidad de MS con 4.6 g MS planta⁻¹, seguida por el tallo, hoja, material muerto e inflorescencia con 3, 1.8, 0.7 y 0.2 g MS planta⁻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 15 días (28 %), el tallo a los 45 días (32%), material muerto a los 15 días (14%), en contraste, para inflorescencia (4%) y raíz (50%) se registró a los 90 días DDR. En cuanto a la R:H/T, no hubo diferencias estadísticas entre los DDR, se encontró en promedio un valor de 0.9. La menor AP se reportó a los 15 DDR con 21 cm y el valor más alto fue a los 90 DDR con 84 cm. Para DT, el valor menor se obtuvo a los 15 DDR con 39 tallos planta⁻¹ y el más alto con 62 tallos planta⁻¹ obtenidos a los 90 DDR. En R:RA/PA no se observaron diferencias entre los DDR, numéricamente la mayor cantidad se obtuvo a los 75 días con 1.0 y el menor a los 15 días con 0.5. En conclusión, se observó mayor RMS a partir de los 45 DDR, en donde raíz y tallo aportaron los mayores valores al rendimiento de forraje.

Palabras Clave: Días de rebrote, materia seca, componentes morfológicos, producción de materia seca.

ABSTRACT

In Mexico, the blue grama [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], is considered one of the most important species in the arid and semiarid grasslands of the north of the country. The objective of the study was to analyze the growth and determine the changes in the morphological components and their contribution to the dry matter yield of *Bouteloua gracilis*, at different days of regrowth (DDR), under greenhouse conditions. The culture was established in 4-inch PVC tubes with direct sowing. A completely randomized design with three repetitions was used. The variables evaluated were: Dry matter yield (RMS) or Dry matter production (PMS), Morphological Composition (CM), Ratio: Leaf/Stem (R:H/T), Plant Height (AP), Stem Density (DT) and Root Ratio or ratio /Air Part (R:R/PA). The highest RMS occurred at 90 DDR and the lowest at 15 and 30 DDR. The root contributed the greatest amount of DM with 4.6 g DM plant⁻¹, followed by the stem, leaf, dead material and inflorescence with 3, 1.8, 0.7 and 0.2 g DM plant⁻¹, respectively. The highest percentage of dry matter of each component had variability concerning with the standardization cut; for the leaf it was at 15 days (28%), the stem at 45 days (32%), dead material at 15 days (14%), in contrast, for inflorescence (4%) and root (50%) it was recorded at 90 days DDR. Regarding the R:HT, there were no statistical differences between the DDRs, an average ratio of 0.9 was found. The lowest AP was reported at 15 RAD with 21 cm and the highest value was at 90 RAD with 84 cm. For DT, the lowest value was obtained at 15 DDR with 39 stems plant⁻¹ and the highest with 62 stems plant⁻¹ obtained at 90 DDR. In R: R/PA no differences were observed between the DDR, numerically the highest amount was obtained at 75 days with 1.0 and the lowest at 15 days with 0.5. In conclusion, a higher RMS was observed from 45 DDR, where root and stem contributed the highest values to forage yield.

Keywords: Regrowth days, dry matter, morphological components, Dry matter production.

I. INTRODUCCIÓN

En México, las especies del género *Bouteloua* son de las más importantes en los pastizales, esto gracias a su calidad alimenticia para el ganado y sus características ecológicas (Herrera *et al.*, 2011). Este género sobresale por su gran diversidad, la cual consta de 37 especies y 14 variedades en México (Giuliani *et al.*, 2014). Una de las especies que más destaca es [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], la cual ha sido incluida en programas de mejoramiento de pastizales por sus características forrajeras sobresalientes (Beltrán *et al.*, 2010). La especie *B. gracilis* es considerada una de las mejores especies nativas de los pastizales del norte de México, debido a que sus hojas son bajas en fibra y altas en proteína cruda en verde y retiene hasta el 50 por ciento de los nutrimentos, produce abundante forraje con una producción de 600 a 800 kg MS ha⁻¹ (Ruiz, 2014). Actualmente, diferentes factores influyen en la condición precaria de las gramíneas nativas de México, pero el sobrepastoreo es el factor que más ha afectado a los pastizales de México (Quero *et al.*, 2012) y sus efectos incluyen reducción de componentes como la densidad de especies deseables, baja cobertura vegetal, baja productividad primaria del ecosistema, cambios en la composición botánica e incremento en la proporción del suelo desnudo (Huntly, 1991; Catillo, 2000), lo cual tiene serios efectos sobre la funcionalidad del pastizal. Uno de los factores físicos más importantes relacionados con el desarrollo, productividad y calidad de los forrajes es la calidad o fertilidad del suelo. Por otra parte, la interacción con las malezas presentes representa un fuerte elemento competitivo para las gramíneas, ya que compiten por los elementos nutricios que tiene el suelo, por la luminosidad, por el espacio, etcétera, lo que repercute en la disminución o variación en la calidad y cantidad de los forrajes disponibles (Dávila y Sánchez, 1996). En consecuencia, surge la idea de realizar el presente trabajo, planteando los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo general

- Analizar el crecimiento de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)] en condiciones de invernadero.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar la producción de los diferentes componentes morfológicos de *Bouteloua gracilis*, cosechada a diferentes días de rebrote.
- Evaluar la relación: hoja/tallo, altura de planta, densidad de tallos, relación: raíz/parte aérea de zacate navajita a diferentes días de rebrote en condiciones de invernadero.
- Determinar el componente morfológico con más aportación a la producción de materia seca.

1.4 HIPÓTESIS

- Los cambios en la composición morfológica de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], estarán relacionados con la edad de la planta.
- Cada componente morfológico aportará valores diferentes al rendimiento de forraje de zacate navajita respecto a diferentes días de rebrote.
- La raíz será el componente morfológico que tendrá el mayor aporte al rendimiento de forraje total.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características generales de la especie

2.1.1 Descripción de zacate navajita

El zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], se considera una especie con enorme potencial forrajero y es considerada también como la primera en importancia agronómica por su calidad forrajera en las zonas áridas y semiáridas de México (Herrera, 2001). Está distribuido básicamente en todo lo que abarca el desierto Chihuahuense, que comprende desde el sur de Estados Unidos de América (Arizona, Texas y Nuevo México) (Barker y Whitman, 1988) y Canadá, además, en los estados del norte y centro del país (Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas) (Sánchez *et al.*, 2012).

Su distribución es común en valles, debido a eso se encuentran en pastizales medianos abiertos y amacollados, sin embargo, se encuentran también en áreas de matorrales, aunque en menor proporción, además, se adapta a suelos ligeramente alcalinos (Morales, 1994). Este probablemente es el mejor de los zacates nativos, puesto que, posee una elevada gustosidad por cualquier tipo de ganado (Dávila *et al.*, 2006). *Bouteloua gracilis* funciona muy bien como zacate forrajero cuando no se remueve más del 50% del crecimiento anual durante la estación de crecimiento, o un 60 % durante la época de dormancia o letargo (Sánchez, 2014). Proporciona forraje durante todo el año, aunque se recomienda pastoreo rotacional para que logre un buen rendimiento, además, funciona como estabilizador de cuencas hidrológicas, particularmente, debido a que disminuye la erosión a causa de la lluvia. Así mismo, es un forraje excelente tanto en invierno como en el verano, ya que en años de precipitación pluvial normal produce de 600 a 800 kg MS ha⁻¹ (Sánchez, 2014). Se propaga a través de semillas, forma céspedes con rizomas (puede avanzar de 1.3 a 5

cm por año) y en ocasiones forma anillos, donde el centro muere mientras los hijuelos crecen hacia afuera (León, 2013).

2.1.2 Características taxonómicas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)]

Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Chloridoideae</i>
Tribu	<i>Cynodonteae</i>
Género	<i>Bouteloua</i>
Especie	<i>gracilis</i>
Nombre común	Navajita azul, blue grama

Fuente: Trópicos (2023).

Tabla 2. Categorías taxonómicas superiores de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)]

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Traqueobionta</i>
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Commelinidae</i>
Orden	<i>Cyperales</i>

Fuente: Vibrans (2009).

2.1.3 Descripción morfológica

Se trata de una gramínea C4, perenne corta de 60 cm, con macollos compactos que, dependiendo de la edad, pueden encontrarse en fragmentos, sin embargo, son altamente adaptables morfológica y fisiológicamente a la sequía y pastoreo (Lauenroth *et al.*, 2008). Es un zacate con hojas delgadas de 10 a 20 cm de longitud, las cuales

se enrollan en la base, con las venas paralelas y divididas en dos porciones, la inferior llamada vaina y la parte superior de la hoja llamada lamina, plana; entre la vaina y la lámina, en la cara interna, se presentan lígulas (Vibrans, 2009).

Los tallos presentan vainas glabras con lígulas de 0.2 a 0.3 mm, además, membrana pilosa, y láminas menores de 30 cm de longitud. La inflorescencia es de 2.5 cm con 2 ó 3 ramas rectas o curvadas, espigas de 1.5 a 4.5 cm de largo y de 5 a 7 mm de ancho (Herrera, 2012), espiguilla rudimentaria, primera gluma angosta, acuminada, de 4 mm de longitud, barbada en la base con pelos largos en ambas caras de la nervadura media, los márgenes con cilios cortos y el ápice ligeramente lobulado, con un arista central de 1 mm de largo; rudimento de 2 mm de largo, barbado en la base, con lóbulos anchos en forma de capucha y aristas de hasta 3 mm de largo (Martini, 2008).

La raíz es fibrosa, perenne, densamente amacollada y frecuentemente con rizomas vigorosos y cortos, son más someros en zonas áridas, esto significa que tienen la capacidad de absorber rápidamente la poca precipitación que se presenta. Suele tener una profundidad de 1.5 a 1.8 m (Anderson, 2003; Sánchez, 2014).

2.2 Factores que influyen en la producción de forraje

Los zacates requieren de condiciones específicas para desarrollarse, como grado óptimo de temperatura y una suficiente cantidad de agua (FAO, 2013). El crecimiento y el desarrollo de las plantas están muy controlados por las condiciones ambientales. Dentro del medio abiótico, la temperatura, la luz, y la disponibilidad de agua y nutrimentos se destacan por ser altamente determinantes en los procesos mencionados con anterioridad. Entre los factores del ambiente, la temperatura es un factor al que las plantas responden de manera inmediata, es decir, la temperatura es la señal ambiental primaria que gradúa la demanda del programa morfo genético y la oferta de sistema de asimilación (Colabelli *et al.*, 1998).

Referente al tema, Ribera *et al.* (2017), argumentan que la calidad de un forraje forma parte de su valor nutritivo, aquí sin lugar a duda los factores del clima y otros como el suelo influyen en este aspecto. Las etapas en el crecimiento inicial de una plántula forrajera son las de germinación, emergencia e implantación y constituyen muy probablemente los procesos más difíciles en la vida de una especie forrajera, debido al pequeño tamaño de la semilla, escasas reservas, lento vigor inicial, alta susceptibilidad a enfermedades y baja capacidad de competencia con las malezas. Así mismo, la presencia de nitrógeno en el suelo resulta un estímulo importante para el crecimiento de las gramíneas y un gran apoyo en suelos fríos donde la mineralización es lenta. En contraste, un exceso del mismo nitrógeno, inhibe el desarrollo de sistemas radicales en profundidad, por ende, las plántulas quedan menos capacitadas para enfrentar sequías (Carámbula, 2006).

2.2.1 Temperatura

Las temperaturas que se han registrado en las diferentes zonas en las que se distribuye el zacate navajita en México, van de -10 a 40 °C, con precipitaciones de 350 a 800 mm anuales (García y Monroy, 2005). Por otro lado, Beltrán *et al.* (2010) menciona que el zacate navajita prospera cómodamente donde la precipitación media oscila entre 250 y 350 mm anuales, con buena distribución durante el verano, con temperatura media anual de 16 °C. Referente a lo anterior, Gómez y Guerrin (2011) sostienen que la temperatura del aire es determinante para el desarrollo de las plantas, puesto que la tasa de aparición foliar (TAF), definido como el número de hojas aparecidas en cada macollo por unidad de tiempo, responde en forma lineal a la temperatura.

2.2.2 Agua

Las plantas responden al déficit hídrico con cambios morfológicos que le permiten disminuir la pérdida de agua y mejorar el consumo del mismo. El déficit hídrico afecta negativamente la expansión de área foliar (Passioura, 1982). De igual

manera, cuando se presenta deficiencia hídrica (Turner *et al.*, 1978) en situaciones de ese tipo, encontraron una reducción de la tasa de amacollamiento y del número de hojas vivas por macollo, al mismo tiempo un incremento de los procesos de muerte de hojas y macollos. De acuerdo con los patrones de distribución de las gramíneas en ambientes con sequías estacionales, como los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas, el agua disponible en la superficie del suelo es un requisito imprescindible para la germinación y establecimiento inicial de los zacates (Keddy y Constabel, 1986).

2.2.3 Condiciones de suelo

Este zacate se desarrolla de buena manera en una gran variedad de suelos y forma macollos muy bien desarrollados cuando crece en suelos francos, con pH ligeramente ácido (5.5 a 6.5), así como en suelos arenosos profundos nivelados o con pendientes suaves. Cuando este zacate crece en suelos calcáreos con pH de neutro a ligeramente básico (7.0 a 8.0) o en pendientes gravosas y escarpadas, forma macollos de poca densidad (20 cm aproximadamente), que crecen con distribución discontinua y dan la apariencia de poblaciones poco desarrolladas (Rzedowski, 1968; González *et al.*, 1979).

2.2.4 Densidad de siembra

Si se siembran sólo especies perennes de lento crecimiento a bajas densidades, es muy probable que sean dominadas por las malezas. Por ello, el número de semillas viables que determinará el número de plántulas por metro cuadrado debería incrementarse a medida que el grado de perennidad de una especie aumenta (Carámbula, 2006). La densidad de siembra varía en las especies forrajeras y según la región agrícola que se trate, esto porque cada región tiene diferentes condiciones ecológicas y edáficas y según la variedad que se vaya a sembrar. Esto con el fin de establecer una población óptima, en su número de plantas por unidad de superficie, que produzca el máximo rendimiento de forraje y la mejor calidad bromatológica. Es

importante usar la semilla necesaria, puesto que, una densidad alta sólo producirá una comunidad en la cual las plantas competirán entre ellas mismas (Medina, 2015).

2.2.5 Luminosidad

La calidad de la luz es otro de los factores que se debe considerar en la Producción del forraje, es decir, es necesario enfatizar que la proporción entre luz roja y rojo lejano (más luz rojo lejano, indica la presencia de plantas vecinas y futura sombra) afecta tanto a la germinación y establecimiento de las plántulas, además, a la capacidad de amacollar. En el caso de pastizales naturales y polifíticas (compuesta por varias especies), la calidad de la luz proporciona información a la planta sobre la vegetación que la rodea y le permite generar una reacción anticipada ante la competencia potencial (Ugarte, 2014).

2.2.6 Índice de área foliar

La relación entre la superficie cubierta por las hojas y la superficie del suelo, conocida como índice de área foliar (Aguirre *et al.*, 2011); es un parámetro muy importante en especies forrajeras, debido a que la parte aérea es la que capta la radiación solar y condiciona la fotosíntesis. Según Ugarte (2014), el índice de área foliar depende de factores como el tamaño individual de las hojas, el número de macollos o ramificaciones, el número de hojas presentes en cada macollo, la disponibilidad de nitrógeno y agua y la longevidad de los órganos foliares.

La capacidad fotosintética de las plantas está directamente relacionada con el índice de área foliar (Kozlowski *et al.*, 1991), este se considera uno de los parámetros más importantes en estudios de crecimiento vegetal. Este factor determina la acumulación de la materia seca, el metabolismo de carbohidratos y la producción y la calidad de la cosecha (Ibarra, 1985).

2.2.7 Frecuencia e intensidad de corte

Cuando se llevan a cabo pastoreos con intensidad alta y frecuente se ve reducida la acumulación de forraje y la persistencia de las plantas forrajeras, esto porque el índice de área foliar después del pastoreo es menor y la planta tiene que iniciar su crecimiento a partir de los carbohidratos de reserva (McKenzie, 1996). De igual forma, la altura en la que los animales defolian la planta es muy importante porque afecta su crecimiento, por ende, incide de forma negativa en los contenidos de la reserva de carbohidratos. Conforme este es más severo, la capacidad de rebrote disminuye y sucede aún más cuando la frecuencia es tal que el área foliar formada resulta insuficiente para generar cantidades de reservas satisfactorias, para formar nuevo tejido vegetal (Chapman y Lemaire, 1993). Al respecto (Briske y Richards, 1993), argumentan que el efecto inmediato de la defoliación depende de la necesidad de cosecha, la cual está relacionada con el grado de reducción de la fotosíntesis.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El estudio se realizó del 01 de febrero al 10 de julio del 2021 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. En el invernadero del Departamento de Recursos Naturales Renovables. Las coordenadas son 25° 35' 35" de Latitud Norte y 101° 03' 60" de Longitud Oeste, a una altitud de 1,782 m (RUOA UNAM, Observatorio atmosférico Saltillo, UAAAN 2023).

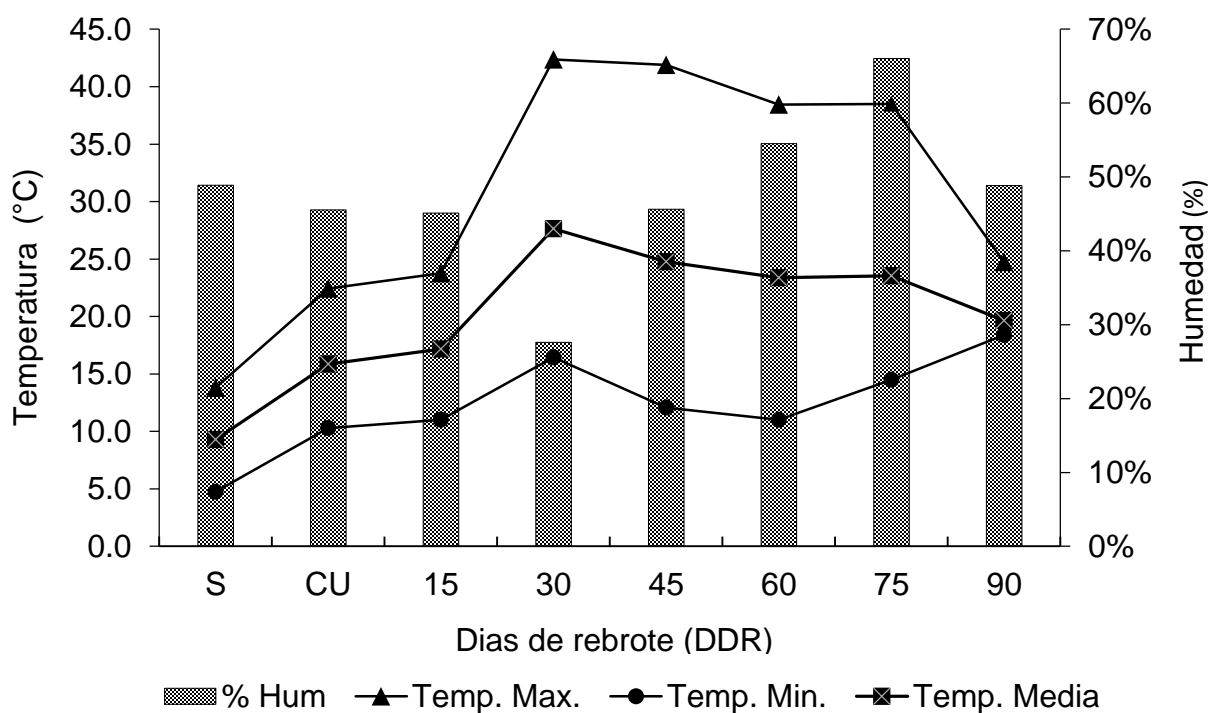


Figura 1. Temperatura máxima, mínima y humedad, durante el período de estudio del 01 de febrero al 10 de julio del 2021 (Higrómetro digital modelo WS08). Corte de uniformización (CU) = 17 de abril de 2021. Siembra = 01 de febrero de 2021.

Las temperaturas internas del invernadero se midieron con un smart higrómetro digital (SensorBlue WS08 Smart Hygrometer Thermometer), el cual fue colocado junto al material de estudio a un metro de altura a nivel del piso, donde se registraron

temperaturas máximas que fluctuaron entre 13 a 42 °C, las mínimas variaron entre 4 a 18° C y las medias de 9 a 27 °C. En adición, la humedad fue de 27 a 66 por ciento.

3.2 Establecimiento

El cultivo de zacate navajita se estableció en tubos de PVC de cuatro pulgadas por 12 cm de altura. Se realizó a través de siembra directa con 10 semillas por tubo el 01 de febrero de 2021. El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra de monte y arena de río (1:1), con textura migajón-arenoso, con pH de 7.60 y una conductividad eléctrica de 3.16, densidad aparente de 1.136 g cm³, materia orgánica del 4.53 %, carbono orgánico de 2.63 % y Nitrógeno total de 6.67 por ciento (Laboratorio del Departamento de Suelos de la UAAAN). Se realizaron riegos directos a capacidad de campo.

3.3 Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con nueve repeticiones por edad de rebrote (15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se utilizaron 18 tubos de PVC, teniendo un total de 54 unidades experimentales. Los tratamientos fueron cortes quincenales realizados durante seis edades de rebrote. El 17 de abril de 2021 se llevó a cabo un corte de uniformización manual (75 días después de la siembra), cortando el forraje a una altura de 5 cm al nivel del sustrato, a partir del 01 de mayo se realizaron los muestreos destructivos hasta la conclusión de los mismos el 10 de julio de 2021.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Producción de forraje

Para determinar la producción de forraje, se llevó a cabo un muestreo destructivo del material vegetal contenido en el tubo de PVC por repetición. Esto fue introducido en bolsas de papel previamente marcadas con número de tratamiento y repetición las cuales fueron secadas en una estufa de aire forzado modelo FE-243^a, marca Felisa, a una temperatura de 55 °C durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante, se registró el peso de la materia seca y su estimación en g MS planta⁻¹.

3.4.2 Composición Morfológica

Referente a la composición morfológica (CM) las muestras utilizadas para determinar rendimiento de forraje se separaron en hoja, tallo, material muerto e inflorescencia, y cada componente se secó en una estufa de aire forzado modelo FE-243^a, marca Felisa, a una temperatura de 55 °C durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante, se registró el peso de la materia seca por componente, y se estimó su aportación al rendimiento total en porcentaje (%) y en g MS planta⁻¹, mediante las formulas siguientes:

	CM %	
Peso total de la CM	-----	100 %
Peso del componente	-----	<u>% del componente</u>

	CM en g MS Planta ⁻¹	
g MS planta ⁻¹ corte ⁻¹	-----	100 %
<u>g MS planta⁻¹corte⁻¹componente⁻¹</u>	-----	% del componente

3.4.3 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), Peso Tallo Individual (PTI), Peso Hoja por Tallo (PHT)

Los valores obtenidos de la composición morfológica de (hoja y tallo), fueron utilizados para estimar la relación: hoja/tallo mediante la siguiente formula:

$$R:H/T$$

Dónde:

R = Relación del peso de la hoja, respecto al del tallo.

H = Peso de la hoja (g MS planta⁻¹).

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

Respecto al peso de tallo individual, se tomó el peso seco total de los tallos por planta y se dividió entre el número de los mismos. De igual manera, se tomó el peso de las hojas y se determinó el peso de hoja por tallo.

3.4.4 Altura de la planta

Antes de cada muestreo destructivo se determinó la altura de todas las plantas con el uso de una regla de madera graduada a 100 cm, con 1 mm de precisión, colocada de manera vertical, con un dispositivo que se encuentra de manera perpendicular en la regla, donde 0 cm se colocó a nivel del sustrato y a partir de ahí se tomó la altura hasta el componente morfológico más alto de la planta.

3.4.5 Densidad de Tallos (DT)

Se realizó un conteo de todos los tallos por planta, de cada edad de rebrote y repetición.

3.4.6 Relación:Raíz/Parte Aérea (R:RA/PA)

Los valores registrados en composición morfológica de raíz se dividieron entre los componentes tallo, hoja, material muerto, e inflorescencia. De este modo se determinó la (R:RA/PA), con ayuda de la fórmula:

$$R = RA/PA$$

Donde:

R= Relación del peso de la raíz respecto con los componentes aéreos (tallo, hoja, material muerto e inflorescencia).

RA= Peso de la raíz (g MS Planta⁻¹).

PA= Suma del peso de los componentes (tallo, hoja, material muerto e inflorescencia) (g MS Planta⁻¹).

3.5 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de la edad de rebrote sobre las variables evaluadas se llevó a cabo un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.3 (SAS Institute, 2011) y se hizo una comparación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = Error aleatorio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

En la Figura 2 se muestra el rendimiento de forraje y sus componentes morfológicos del zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) cosechada a diferente edad de planta. En el rendimiento de materia seca se presentaron diferencias altamente significativas ($p < .0001$) entre días de rebrote. La mayor producción materia seca se presentó a los 90 días de rebrote y el menor a los 15 y 30 después del rebrote. A los 90 DDR se obtuvo un 95 % (22 g MS planta⁻¹) más de rendimiento respecto al valor mínimo (1 g MS planta⁻¹). También se presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre componentes del rendimiento y entre días de rebrote para cada componente. Respecto con el promedio general se produjeron 11 g MS planta⁻¹ (Anexos: Cuadro 3) durante el experimento, esto debido a las condiciones en las que se llevó a cabo. De igual manera, se observó un comportamiento ascendente en el rendimiento de MS de acuerdo con los DDR, sin embargo, a los 45, 60 y 75 DDR se reportaron valores estadísticamente similares ($p > 0.05$), con promedios de 11, 11 y 15 g MS planta⁻¹, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el presente estudio se asemejan al reportado por Ramírez *et al.* (2020) en su experimento del crecimiento de diferentes genotipos de *Bouteloua* pero de la especie *curtipendula*, donde observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en componentes morfológicos a partir de los 43 días después de siembra. Así mismo, Ramírez (2018) en su evaluación reportó diferencias significativas en cada fecha de muestreo (56 a 96 DDS) por cada componente morfológico (g MS planta⁻¹) en condiciones de invernadero.

De igual manera, Aguilar *et al.* (2020), pero en la gramínea forrajera *Dactylis glomerata* L., zacate ovillo en condiciones de invernadero probando el efecto de composta, digestato y bacterias (PGPB), observaron valores similares a este estudio, en donde destacaron mayor rendimiento de materia seca a los 42 días de rebrote,

independientemente de los tratamientos que evaluaron. De acuerdo con los valores reportados por los autores mencionados y obtenidos en el estudio, el mayor rendimiento corresponde a una mayor edad de la planta.

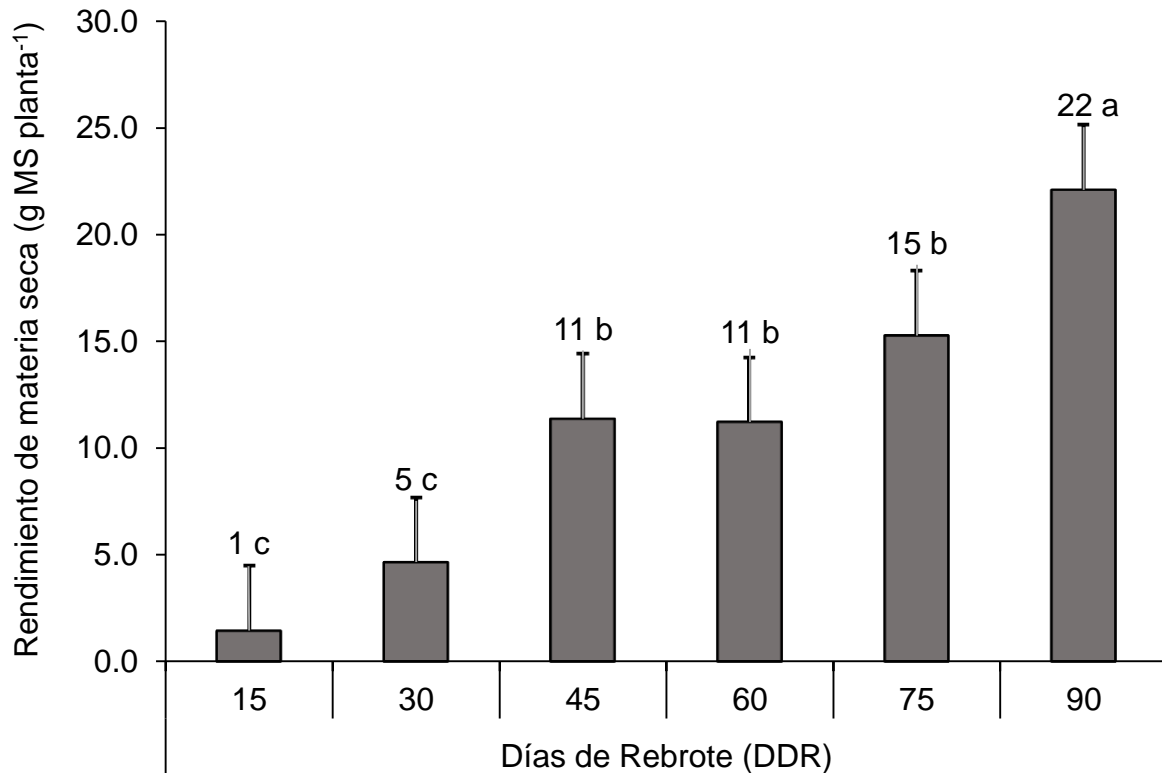


Figura 2. Rendimiento de materia seca (g MS planta⁻¹) de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote (DDR). Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

4.2 Composición morfológica

En la Figura 3, se presentan los componentes morfológicos de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], expresados en porcentaje (%) y en g MS planta⁻¹ de aportación al rendimiento total de forraje. Respecto con los DDR se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el componente raíz, hoja e inflorescencia ($p < 0.05$), en cambio, para el tallo y material muerto no hubo diferencias

significativas ($p > 0.05$), posterior al corte de uniformización. Por otro lado, se mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre componentes y DDR. En promedio, la raíz aportó la mayor cantidad de materia seca del rendimiento total (10.9 g MS planta⁻¹; Anexos Cuadro 3) con 4.6 g MS planta⁻¹, seguida por el tallo, la hoja, el material muerto e inflorescencia con 3, 1.8, 0.7 y 0.2 g MS planta⁻¹.

A excepción del primer corte (15 DDR), donde todos los componentes aportaron estadísticamente ($p > 0.05$), la misma cantidad de materia seca al rendimiento total en el resto de los muestreos la raíz aportó la mayor cantidad. Los menores valores se registraron en el material muerto e inflorescencia, con datos entre 0 y 2 g MS planta⁻¹. En promedio el porcentaje más alto de materia seca de cada componente fue variable de acuerdo con el corte de uniformización; en el caso de la hoja fue a los 15 DDR con 28 % (Anexos: Cuadro 4), en contraste con la inflorescencia (4%) y raíz (50%) que fue a los 90 DDR. De la misma manera, los menores porcentajes de cada componente respecto con los DDR fue variable; para raíz e inflorescencia el porcentaje menor se observó a los 15 DDR con 32 y 0 % respectivamente; para el tallo con 23% ocurrió a los 35 DDR y para el componente hoja se registró el menor porcentaje (13 %) a los 90 DDR. La mayor aportación promedio la hizo la raíz con 41%, seguido del tallo, hoja, material muerto e inflorescencia con 27, 21, 8 y 1%, respectivamente. Los promedios más bajos fueron registrados en inflorescencia y material muerto con porcentajes entre 0 y 5%.

De acuerdo con Carrillo (2019) en su investigación sobre el crecimiento al establecimiento de gramíneas nativas con dos tamaños de cariósido (chico y grande), específicamente en zacate banderita, no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) en porcentaje de tallo, por otro lado, respecto con la raíz se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los primeros muestreos destructivos y a los 96 días después de siembra, siendo esto similar a los resultados obtenidos en nuestro estudio.

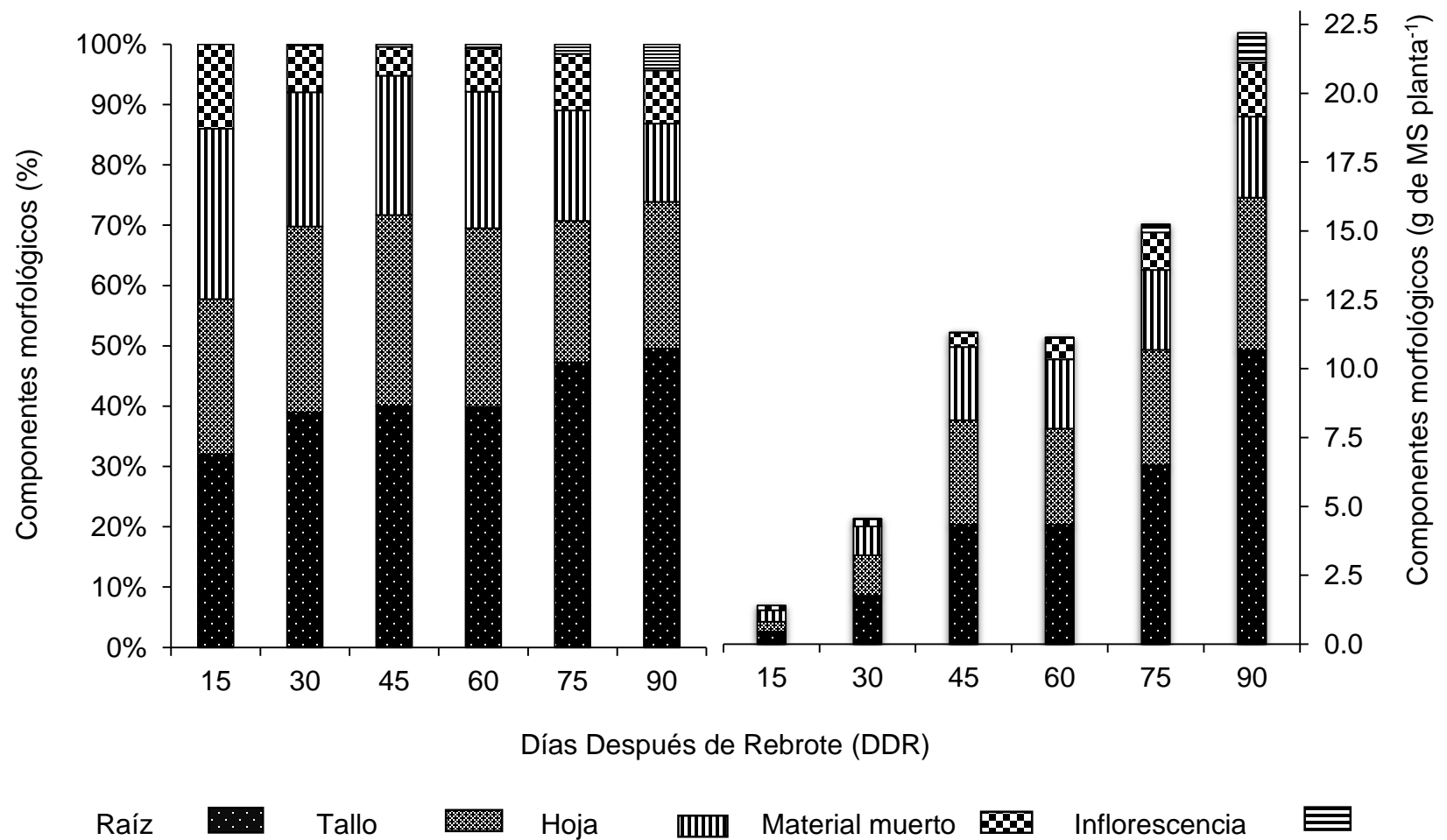


Figura 3. Aportación de los componentes morfológicos al rendimiento de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes días de rebrote.

Así mismo, en lo que respecta a *B. gracilis* observó que el mayor porcentaje de hoja para ambos tamaños de cariósida fue a los 56 días después de la siembra; para tallo la mayor cantidad se presentó a los 96 DDS y para raíz se reportó en el primer muestreo (43 DDS) respectivamente, (Carrillo, 2019). Por otra parte, Álvarez *et al.* (2022) en su trabajo sobre la producción de forraje y semilla de ocho pastos nativos al establecimiento, respecto al componente morfológico de *B. gracilis* a los 82 días de establecimiento en condiciones de riego, reportaron mayor peso (g planta^{-1}) en hoja, seguido del tallo e inflorescencia, esto sin haber evaluado el componente raíz.

4.3 Relación:Hoja/Tallo (R:H/T), PTI (Peso de Tallo Individual), PHT (Peso de Hoja por Tallo)

Con relación a la producción de PHT (Peso de Hoja por Tallo) y PTI (Peso de Tallo Individual) y la relación hoja:tallo (R:H/T) de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths, se reporta en la Figura 4. De acuerdo con el PHT se observa que hubo diferencias altamente significativas ($p<.0001$) entre los días de corte a excepción de los días 75 y 90 en los cuales se registraron valores estadísticamente iguales ($p>0.05$). La mayor producción de hoja por tallo fue observada a los 75 DDR con $0.10 \text{ g MS tallo}^{-1}$ y la menor cantidad se presentó a los 15 días después del corte de uniformización con $0.02 \text{ g MS tallo}^{-1}$.

Para el PTI se registraron diferencias significativas entre DDR ($p<0.05$), sin embargo, en los días 15, 30 y 45 se obtuvieron valores estadísticamente iguales ($p>0.05$). El mayor peso obtenido fue a los 90 DDR con $0.24 \text{ g MS tallo}^{-1}$, por otro lado, a los 15 días se produjo el menor con $0.02 \text{ g MS tallo}^{-1}$. Entre el PTI y el PHT no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) en los DDR. En promedio, el PTI registró mayor cantidad de peso con $0.11 \text{ g MS tallo}^{-1}$ comparado con el PHT ($0.06 \text{ g MS tallo}^{-1}$). De este modo, para la R:H/T se observó que no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) entre los días de rebrote. Se encontró en promedio una relación de 0.9 (Anexos: Cuadro 6), del cual se observó el mayor valor a los 15 días después del corte de uniformización con 1.2, posteriormente en el segundo muestreo se notó un descenso

en los valores con 0.7, aunque a los 45, 60 y 75 días se pudo mantener constante con valores entre 0.8 y 0.9 y a los 90 DDR bajó nuevamente proporcionando la menor relación:hoja/tallo (0.6) observada en los DDR.

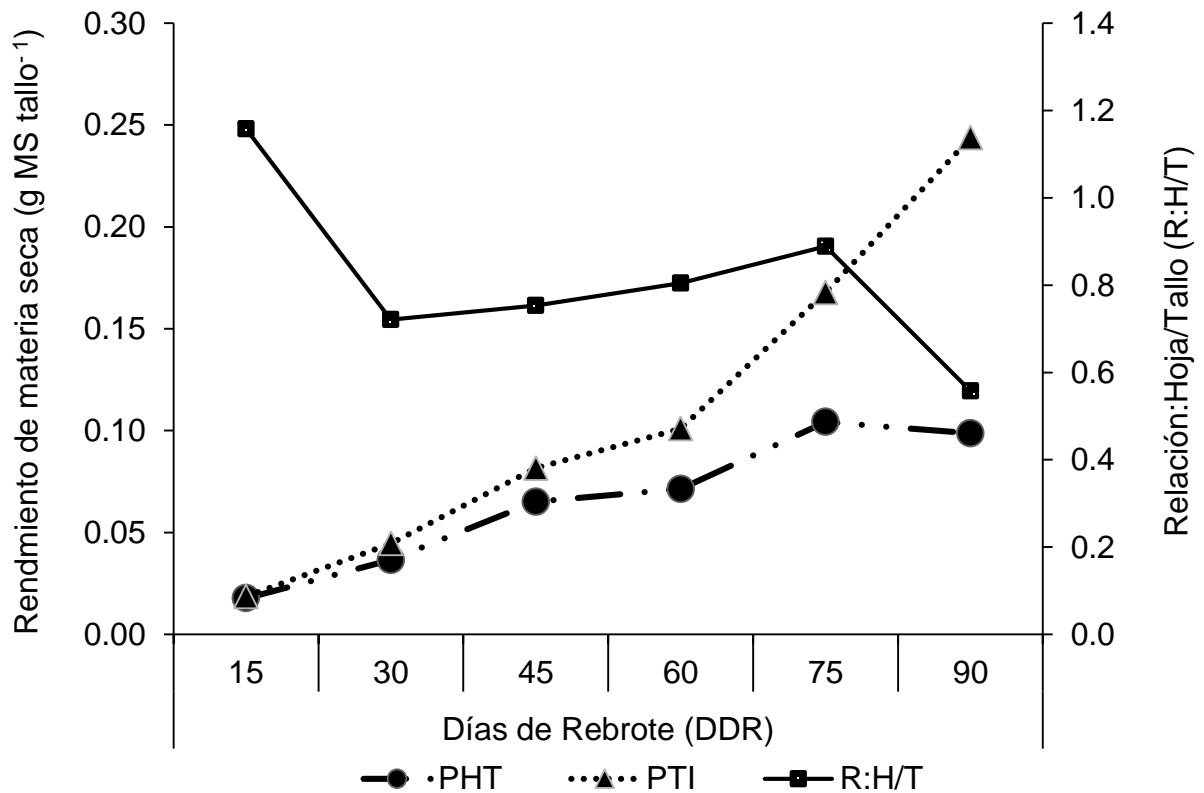


Figura 4. Peso de hoja por tallo (PHT; g MS), Peso de Tallo Individual (PTI; g MS tallo⁻¹) y Relación hoja:tallo (R:H/T) de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferente edad de rebrote (DDR) en el sureste de Coahuila, México.

Por su parte, Álvarez *et al.* (2022) en su experimento afirman que el *B. gracilis* mostró la mayor proporción de relación hoja:tallo, esto comparado con otros siete zacates evaluados al establecimiento en condiciones de riego. De ese modo, aseguran que este es un zacate de buena calidad debido a que las especies de pastos con mayor proporción de hojas tienen gran capacidad de renovación de tallos. Por otra parte, relacionado con los datos obtenidos en el presente estudio, Fernández *et al.* (2012), sostienen que la mayor proporción de tallos y el menor contenido de hojas a

medida que aumenta la edad de rebrote destacando la importancia de establecer el apropiado momento de cosecha para evitar el deterioro de la estructura del pastizal.

Por otra parte, Atencio *et al.* (2014) mencionan que, en el aspecto ganadero, en los forrajes es muy importante que la relación:hoja/tallo sea alta, debido a que esto significa que una elevada proporción de asimilados se están destinando a la producción de hojas. Esto tiene un alto grado de importancia ya que podría significar una buena calidad de la planta y el forraje mismo (Garduño, 2012). Esto contrasta con los resultados obtenidos en la presente investigación, debido a que estadísticamente no se encontró diferencias ($p>0.05$) en los valores durante el experimento.

4.4 Altura de la planta

En relación con la altura de la planta (AP) presentada en la Figura 5, se registró diferencias altamente significativas ($p<.0001$), entre los DDR, aunque en los primeros dos cortes realizados a los 15 y 30 DDR se reportaron valores estadísticamente iguales ($p>0.05$). Se observó un crecimiento ascendente en relación con la altura de planta. La menor cantidad se reportó a los 15 DDR con 21 cm del promedio (50 cm) y el valor más alto fue a los 90 DDR con 84 cm. Por su cuenta, Ramírez *et al.* (2009) obtuvieron resultados similares al evaluar tres intervalos de corte a las 3, 5 y 7 semanas en *Panicum maximum*, encontraron un crecimiento progresivo en altura de plantas, de este modo a mayor intervalo de corte se favoreció mayor altura de plantas y acumulación del forraje, debido a mayor acumulación de tallos y material muerto.

Por su parte, Morales *et al.* (2009) reportó resultados semejantes en su experimento sobre el análisis morfológico de la diversidad del *B. gracilis*, aunque en este caso hubo influencia de factores externos, encontró que la altura promedio de las plantas fue de 63.8 cm, con un rango que oscila entre 17 y 89 cm. Es así como la altura de planta guarda una estrecha relación con la biomasa o cantidad de materia vegetal de un pasto zacate (Gómez, 2008).

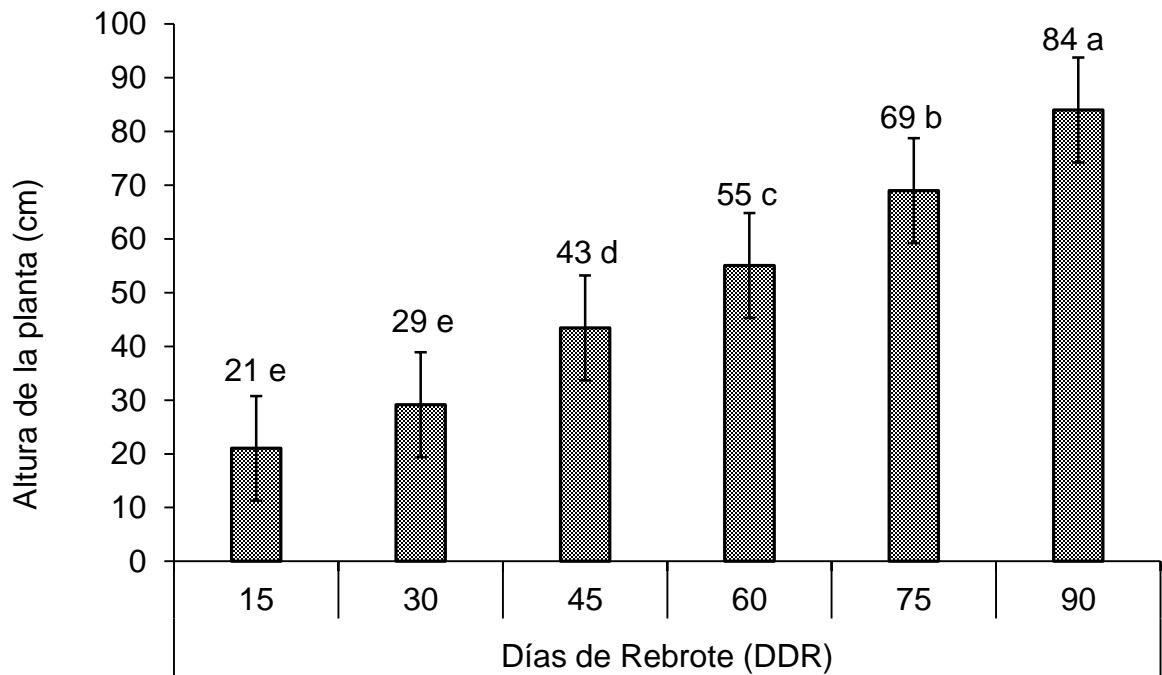


Figura 5. Altura de planta (cm) de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a DDR, en el sureste de Coahuila México. Mismas literales minúsculas sobre la barra no son diferentes estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$).

4.5 Densidad de tallos

En la densidad de tallos por planta registrados en la Figura 6, no se presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los días de rebrote. En promedio se registró un valor de 54 tallos planta⁻¹ (Anexos: Cuadro 5) en los DDR. Numéricamente, el menor valor se obtuvo a los 15 días DDR con 39 tallos, en contraste con los 62 tallos planta⁻¹, obtenidos a los 90 DDR, siendo este el mayor valor, no obstante aun habiendo un incremento de 62 por ciento más de tallos de los 15 a los 90 DDR, esto no fue suficiente para marcar diferencias estadísticas, por lo que se observó un comportamiento ascendente respecto con el número de tallos a partir de los 15 hasta los 45 DDR, posteriormente fue evidente el declive a los 60 DDR, sin embargo, se recuperó y la densidad de tallos fue en aumento hasta la conclusión del experimento (90 DDR).

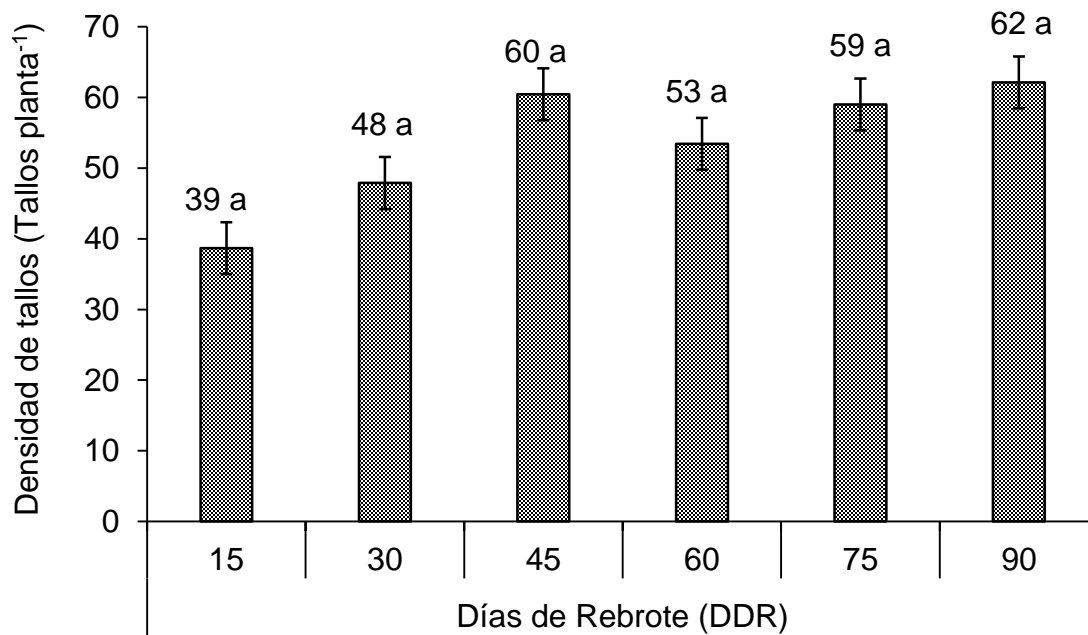


Figura 6. Densidad de Tallos (tallos planta⁻¹) de [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México. Mismas literales minúsculas sobre las barras no son diferentes estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$).

Por otro lado, Joaquín (2014), en su trabajo realizado en campo sobre la dinámica de crecimiento de una gramínea forrajera (*Urechloa brizanta* y *Megathyrsus maximus*) cosechada a diferente frecuencia de corte de 28,35 y 46 días de rebrote, reportó que, independientemente de la frecuencia de corte, fue notorio un aumento constante en la densidad de tallos, seguida de una decreciente aparición de tallos y un incremento en la muerte de los mismos, resaltando también que, en la frecuencia de corte de cinco semanas, el máximo número de tallos se presentó en octubre, después de eso se mantuvo en todas las frecuencias de corte. Al respecto, Villareal (2009) sostiene que el incremento en densidad de tallo en un forraje está estrechamente relacionado con la temperatura y humedad del suelo, debido a eso, cuando las condiciones climáticas favorecen, se ve un aumento en la producción de tallos. Así

mismo el rendimiento de forraje depende del balance entre densidad de tallos y el peso individual de cada uno de ellos (Castro, 2009).

4.6 Relación o Cociente: Raíz/Parte Aérea (R:RA/PA)

En la Figura 7, referente al cociente raíz/parte aérea, no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los días de rebrote (DDR). El valor promedio registrado de la R:RA/PA fue de 0.9. La mayor cantidad se obtuvo a los 75 días después del corte de uniformización con un valor de 1.0, lo que significa que la raíz tuvo un peso similar a la parte aérea al final del rebrote evaluado, mientras que de los 15 a los 60 DDR el peso de la raíz fue superado por el de la parte aérea, teniendo un menor valor a los 15 DDR con 0.5. Aunque estadísticamente se observaron valores similares, numéricamente se reportó un incremento medianamente progresivo respecto con la relación:raíz/parte aérea, mostrando así cantidades que se mantuvieron constantes a partir de los 30 hasta los 60 DDR, posteriormente se registró el pico a los 75 DDR.

Con relación a lo anterior Moreno (2012), en su experimento realizado en invernadero sobre el crecimiento y establecimiento de plántulas de *B. gracilis* y *Eragrostis curvula* bajo un régimen simulado de lluvia, comparado con otro grupo de las mismas especies con un riego a capacidad de campo, observó que *B. gracilis* presentó mayor relación raíz/vástago bajo condiciones de campo ($p<0.05$). Este resultado se asemeja en cierta parte al presente experimento, debido a que nuestro método de riego fue también a capacidad de campo. Mientras tanto, Pentón (2000), en tolerancia de *Panicum máximum* a la sombra en condiciones controladas, reportó que la relación raíz/parte aérea no mostró cambios significativos en su comportamiento.

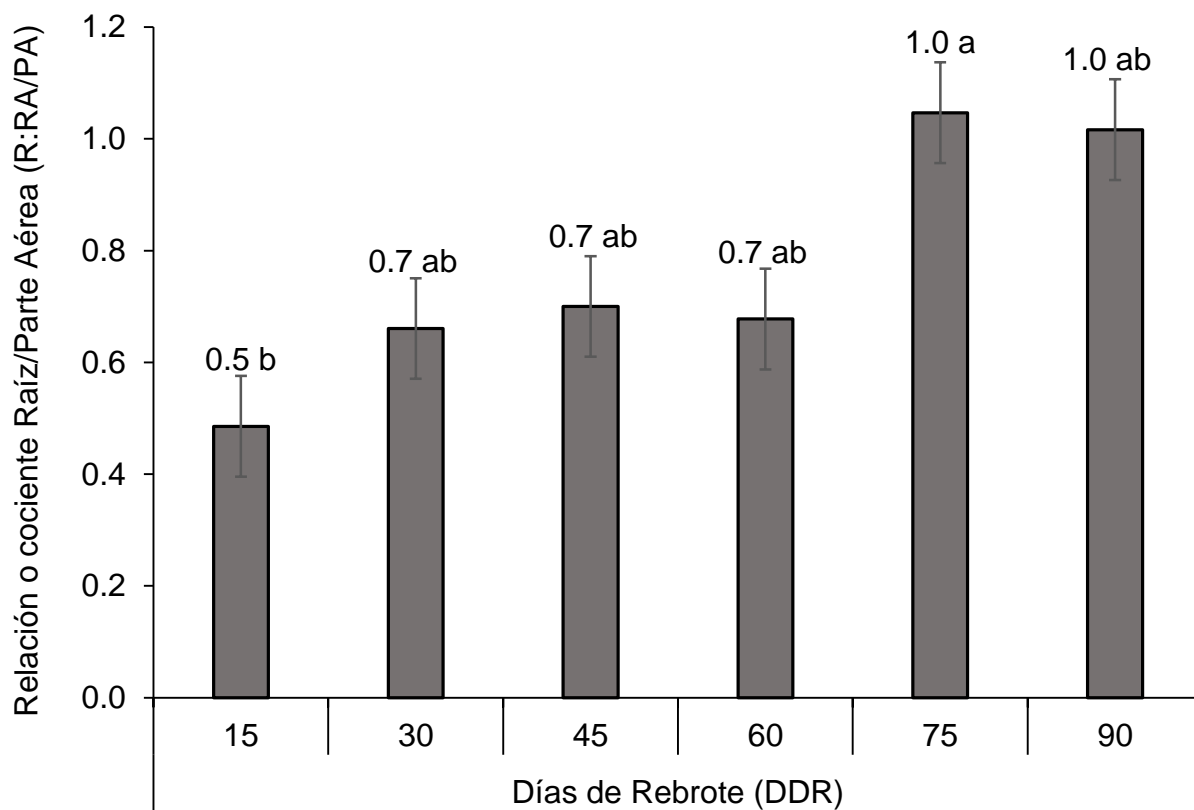


Figura 7. Relación o cociente Raíz/Parte Aérea de zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes a DDR, en el sureste de Coahuila, México. Mismas literales minúsculas sobre las barras no son diferentes estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$).

V. CONCLUSIONES

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. Al respecto, la raíz y el tallo fueron los componentes que aportaron los mayores valores de materia seca. Así mismo, la planta mostró su mayor altura a los 90 días de rebrote, mostrando un comportamiento ascendente conforme aumentaba la edad de rebrote. No obstante, la edad de rebrote no afectó significativamente la densidad de tallos por planta.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar, B. G., Solís, O. M. M., Castro, R. R., López, G. V., Lara, Á. J. P., y Esteves, L. M. A. (2020).** Efecto de bacterias PGPB, composta y digestato en el rendimiento de materia seca de pasto ovillo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(SPE24), 117-127 p.
- Aguirre, S. C. A., Valdez L. J. R., Ángeles, P. G., de los Santos, P. H. M., y Aguirre, S. A. I. (2011).** Mapeo del índice de área foliar y cobertura arbórea mediante fotografía hemisférica y datos SPOT 5 HRG: *Agrociencia*, 45(1), 105-119.
- Álvarez, V. P., Rojas-García, A. R., Joaquín, C. S., Velázquez, M. M., Rodríguez, O. L. T., y Hernández, G. F. J. (2022).** Producción de forraje y semilla de ocho pastos al establecimiento en Tulancingo, Hidalgo. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*. 13(6), 1041–1053.
- Anderson, M. D. 2003.** *Bouteloua gracilis*. Fire Effects Information System., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Fecha de consulta: 22/01/2023 <https://www.fs.usda.gov/database/feis/plants/graminoid/bougra/all.html#TAXONOMY>
- Atencio, L. M., tapia, J. J., Mejía, S., y Cadena Torres, J. (2014).** Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*, 19(2), 247-249 p.
- Barker, WT y Whitman, WC (1988).** Vegetación de las Grandes Llanuras del norte. *Archivos de pastizales*, 10 (6), 266-272 p.
- Beltrán, L. S., García, D. C. A., Hernández, A. J. A., Loredó, O. C., Urrutia, M. J., González E. L. A. y Gámez V. H. G. (2010).** Navajita Cecilia (*Bouteloua gracilis*) H.B.K. (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas

áridas y semiáridas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1(2): 127-130 p.

Briske, D. D., y Richards, J. H. (1993). Physiology of plants recovering from defoliation. In XVII international grassland congress. 85 p.

Carámbula, M. 2006. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, pp. 109-113 p.

Carrillo, L. M. de J. (2019). Crecimiento al establecimiento de gramíneas (Poaceae) nativas de zonas áridas de México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. 34-35 p.

Castro, R. R. (2009). Patrón de rebrote y comportamiento productivo de la asociación del Pasto Ovillo (*Dactylis glomerata L.*), Ballico perenne (*Lolium perenne L.*) y Trébol blanco (*Trifolium repens L.*). Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados. 33 p.

Chapman, D. F., y Lemaire, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In 'Grasslands for our world'. (Ed. MJ Baker) pp. 55–64 p.

Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., y Labreveux, M. (1998). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín técnico, 148. 4 p.

Dávila, P., Mejía, S. M. T., Gómez, S. M., Valdés, R. J., Ortiz, J. J., Morín, C., ... y Ocampo, A. (2006). Catálogo de Gramíneas de México. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México. 586-631 p.

Dávila, A. P. Sánchez, K. J. (1996). La importancia de las gramíneas como forraje en México. Ciencias, núm. 44, octubre-diciembre, pp. 32-34

De la Ribera, J. R., Burgos, D. Z., Campuzano, J., Acosta, D. V., Marcheco, E. C., Benítez, Y. A., ... y Cabadiana, H. U. (2017). El clima y su influencia en

la producción de los pastos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(6), 1-12 p.

Del Castillo, RF (1999). Composición y estructura de una nopalera bajo situaciones contrastantes de exposición de ladera y herbivoría. Ciencias Botánicas, (65), 5-22 p.

DeWet, J. M. J. (1981). Grasses and the Culture History of Man. Annals of the Missouri Botanical Garden, 68(1), 87–104.

FAO. 2013. Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. Estudio FAO Montes N ° 172. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 130 p.
<https://www.fao.org/3/i3383s/i3383s.pdf> Fecha de consulta: 22/01/2023

Fernández, J. L., Angulo, I. G., y Castillo, E. C. (2012). Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. Revista de Producción Animal, 24(1) p.

García, S. R., y Monroy, A. A. (2005). Micrositios del pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del Altiplano Mexicano. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 8(2), 61-70 p.

Garduño, V. S. (2012). Morfología, citología y biología reproductiva de poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees y *Cenchrus ciliaris* L. 126-127 p.

Giuliani, A. L., Kelly, E. F., y Knapp, A. K. (2014). Geographic variation in growth and phenology of two dominant central US grasses: consequences for climate change. Journal of Plant Ecology, 7(3), 211-221 p.

Gómez, G. D. (2008). Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización ecológica y valoración. Consejo Superior Científicas de España. 8 Cap, 79 p.

- 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.
- González, J. R., y Garza, H. M. (1979).** Evaluación de ecotipos de zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis* (HBK) Lag. y su posible utilización en el desarrollo de variedades mejoradas. Folleto técnico, 1680. 56 p.
- Herrera, A. (2012).** Florística de las gramíneas de Chihuahua. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GE003. México DF.
- Herrera, C. J., González, G. F., Carrete, C. O. F., Naranjo, J. N., Pereda S. M. E. y Herrera, A. Y. (2011).** Composition and quality of cattle diet under extensive grazing on grasslands in Northern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10(21), 2831-2837.
- Huntly, N. (1991).** Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 477-503.
- Ibarra, W. E. (1985).** Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Doctoral dissertation, Tesis de grado. UCV, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela).
- Joaquín, C. S. (2014).** Dinámica de crecimiento de cultivares de *Urochloa brizantha* Kunth y *Megathyrsus maximus* (Simon & Jacobs), a diferente frecuencia de corte. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, 58-59 p.
- Keddy, P. A., y Constabel, P. (1986).** Germination of ten shoreline plant about seed size, soil particle size and water level: an experimental study. *The Journal of Ecology*, 133-141 p.

- Kozlowski, T. T., Kramer, P. J., y Pallardy, S. G. (1991).** The physiological ecology of woody plants. Academic press. 40-43 p.
- Lauenroth, WK, Burke, IC y Morgan, JA (2008).** The shortgrass steppe. The region and research sites, In: Ecology of the shortgrass steppe. A long term perspective, 1-13.
- León M, E. D. (2013).** Producción y evaluación de plántulas de gramíneas con diferentes substratos y su respuesta en áreas perturbadas del Parque Ecológico Chipinque, Nuevo León, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). 26-29 p.
- López, S. B., Díaz, C. A. G., Alatorre, J. A. H., Osti, C. L., Morales, J. U., Eguiarte, L. A. G., y Vázquez, H. G. G. (2010).** " Navajita Cecilia" (*Bouteloua gracilis* hbk (lag.)). nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 1(2), 127-130 p.
- Martini Morales, S. E. (2008).** Biosólidos y su efecto en la competencia entre *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua gracilis* con *Prosopis laevigata* (Master's thesis). 8-9 p.
- McKenzie, F. R. (1996).** The influence of grazing frequency and intensity on the vigour of *Lolium perenne* L. under subtropical conditions. Australian Journal of Agricultural Research, 47(6), 975-983 p.
- Medina, G, A. (2015).** Establecimiento de las plantas forrajeras. Universidad Autónoma del Estado de México, 23-25 p.
- Morales, N. C. R., Madrid, P. L., Melgoza, C. A., Martínez, S. M., Jurad, G. P., Arévalo, G. S., y Rascón, C. Q. (2009).** Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Técnica pecuaria en México*, 47(3), 245-256.
- Morales, N. C. R. (1994).** Características de los principales zacates forrajeros para zonas áridas. INIFAP. Folleto Técnico, (2).

- Moreno, G. B., García, M.E., Rascón, C. Q., y Aguado, S. G. A. (2012).** Crecimiento y establecimiento de plántulas de (*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths y *Eragrostis curvula* var. conferta Stapf bajo un régimen simulado de lluvia. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(4), 299-308. 306-306 p.
- Ortega, L. T. R., Guzmán, F. J. H., Vázquez, P. Á., García, A. R. R., Cancino, S. J., y Velázquez-Martínez, M. (2022).** Producción de forraje y semilla de ocho pastos al establecimiento en Tulancingo, Hidalgo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(6), 1041-1053 p.
- Passioura, JB (1982).** El agua en el continuo suelo-planta-atmósfera. En *Ecología fisiológica de las plantas II* (págs. 5-33). Springer, Berlín, Heidelberg.
- Pentón, G. (2000).** Tolerancia del *Panicum Maximum* CV. Likoni a la sombra en condiciones controladas. *Pastos y Forrajes*, 23(1). 3 p.
- Quero, C. A. R., Villanueva, A. J. F., Enríquez, Q. J. F., Morales, N. C. R., Bolaños, A. E. D., Castillo, H. J., ... Y Herrera, C. F. (2012).** Manual de evaluación de recursos genéticos de gramíneas y leguminosas forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico, (22). 10 p.
- Ramírez, M J. E. (2018).** Análisis de crecimiento al establecimiento, en recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr (Master's thesis). 18-26 p.
- Ramírez, M. J. E., Hernández, G. F. J., López, C. C., Miranda-J. L., Carrillo, L. M., y Quero, A. R. (2020).** Crecimiento de plántulas de nueve genotipos de *Bouteloua curtipendula* con dos tamaños de cariósido. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(2), 171-180 p.
- Ramírez, R. O., Hernández, G.A., Carneiro, S.S., Pérez, P.J., Enríquez, Q. J. F., Quero, C. A. R., Herrera, H. J. G., Cervantes, N. A. 2009).** Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47 (2), 203-213.

Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la Universidad Nacional Autónoma de México (2023).

<https://www.ruoa.unam.mx/index.php?page=estaciones&id=10>

Reynoso, O. R., Garay, A. H., Da Silva, S. C., Pérez, J. P., Quiroz, J. F. E., Carrillo, A. R. Q., ... y Núñez, A. C. (2009). Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum máximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(2), 203-213 p.

Ruiz R, F. E., y Pérez, L. (2014). Ecología del Pastizal Mediano Abierto: Producción de Materia seca y Semilla de *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*. Tesis de licenciatura. UAAAN 3-5 p.

Rzedowski, J. (1968). Las principales zonas áridas de México y su vegetación. *Bios*,1(4).

Sanchez, S. U. A. (2014). Descripción, Manejo, Utilización y Valor Forrajero de 28 gramíneas de la Reserva de la Flor de Jimulco. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *U.L.* 26-28 p.

Sánchez, K. J. G., Zita, P. G. A., y Mendoza, C. M. (2012). Catálogo de las gramíneas malezas nativas e introducidas de México. (SAGARPA), (ASOMECIMA), AC, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán (UNAM) y (CONACOFI). México, DF, México. 67 p.

SAS. 2011. User' s Guide. Statistics, Version 9.3. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA.

Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. Consultado el 21 ene 2023
<https://www.tropicos.org/name/25560174>

Turner, NC, Begg, JE y Tonnet, ML (1978). Ajuste osmótico de cultivos de sorgo y girasol en respuesta a déficits hídricos y su influencia en el potencial hídrico al que se cierran las estomas. *Biología vegetal funcional*, 5 (5), 597-608 p.

Ugarte, C. (2014). Ecofisiología de plantas forrajeras. Consultado el 19/01/2023

Vibrans, H. (2009) Malezas de México, *Bouteloua gracilis*.
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/bouteloua-gracilis/fichas/ficha.htm> Fecha de consulta: 18/01/2023

Villarreal, G. J. A. (2009). Rendimiento y calidad del pasto ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo (Master's thesis). 62 p.

VII. ANEXOS

Tabla 3. Producción de materia seca (g MS Planta⁻¹) de los componentes morfológicos de forraje de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.

DDR	Componentes morfológicos					RMST	Pr>F	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	MM	Infl				
15	0 ^{Ae}	0 ^{Ac}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0 ^{Ab}	1 ^c	0.4852	0.2	0.7
30	2 ^{Aed}	1 ^{ABbc}	1 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	5 ^c	0.0001	0.2	0.7
45	4 ^{Abc}	4 ^{ABab}	3 ^{Ba}	1 ^{Cab}	0 ^{Cb}	11 ^b	<.0001	0.4	1.3
60	4 ^{AcD}	3 ^{ABab}	3 ^{Ba}	1 ^{Cab}	0 ^{Db}	11 ^b	<.0001	0.3	0.9
75	6 ^{Ab}	4 ^{ABab}	3 ^{BCa}	1 ^{Ca}	0 ^{Cab}	15 ^b	0.0006	0.9	2.6
90	11 ^{Aa}	6 ^{Ba}	3 ^{Ca}	2 ^{Da}	1 ^{Da}	22 ^a	<.0001	0.2	0.7
\bar{x}	4.61 ^A	3.05 ^B	1.88 ^C	0.77 ^D	0.22 ^E	10.94	<.0001	0.3	0.9
Sig.	<.0001	0.0017	0.0001	0.0084	0.0043	<.0001			
EEM	0.7	1	0.4	0.4	0.2	2.1			
DMS	2.0	3	1.2	1.2	0.6	5.9			

Diferente literal minúscula en cada columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$); Diferentes literales mayúsculas en cada fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa; RMST= Rendimiento de Materia Seca Total. MM= Material muerto. Infl = Inflorescencia.

Tabla 4. Componentes morfológicos (%) y su aportación al rendimiento total de forraje de zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.

DDR	Componentes morfológicos					Pr>F	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	MM	Infl			
15	32 ^{Ab}	26 ^{Aa}	28 ^{Aa}	14 ^{Ba}	0 ^{Cb}	<.0001	3.1	8.9
30	39 ^{Aab}	31 ^{Ba}	22 ^{Cb}	8 ^{Dab}	0 ^{Eb}	<.0001	2.1	6.1
45	40 ^{Aab}	32 ^{Ba}	23 ^{Cb}	5 ^{Db}	0 ^{Db}	<.0001	2.7	7.8
60	40 ^{Aab}	30 ^{Ba}	23 ^{Cb}	7 ^{Dab}	1 ^{Eb}	<.0001	2.1	6
75	47 ^{Aa}	23 ^{Ba}	18 ^{BCc}	9 ^{BCab}	2 ^{Cb}	0.0005	6.2	17.5
90	50 ^{Aa}	24 ^{Ba}	13 ^{Cd}	9 ^{Cab}	4 ^{Da}	<.0001	1.4	4.1
\bar{x}	41.33 ^A	27.61 ^B	21.16 ^C	8.61 ^D	1.16 ^E	<.0001	1.1	3.2
Sig.	0.0200	0.2075	<.0001	0.0803	0.0030			
EEM	4.6	4.1	1.3	2.6	0.9			
DMS	13	11.6	3.9	7.6	2.5			

Diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia estadística ($p < 0.05$); Diferente literal minúscula en cada columna indican diferencia estadística ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. MM= Material muerto. Infl = Inflorescencia.

Tabla 5. Relación Hoja: Tallo (R: H/T), Altura de Planta (AP) y Densidad de Tallos (DT), Relación: Raíz/Parte Aérea (R: R/PA) zacate navajita [*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechada a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila, México.

Variables	Días después de rebrote						\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	15	30	45	60	75	90				
R:H/T	1.2 ^a	0.7 ^a	0.8 ^a	0.8 ^a	0.9 ^a	0.6 ^a	0.9	0.4	0.1	0.6
DT	21 ^e	29 ^e	43 ^d	55 ^c	69 ^b	84 ^a	50	<.0001	3.9	11
AP	39 ^a	48 ^a	60 ^a	53 ^a	59 ^a	62 ^a	54	0.1	9.3	26.4
R:R/PA	0.5 ^b	0.7 ^{ab}	0.7 ^{ab}	0.7 ^{ab}	1.0 ^a	1.0 ^{ab}	0.9	0.1	0.3	0.9

Diferente literal minúscula en cada fila indican diferencia estadística ($p < 0.05$). EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa; Sig = Significancia estadística.

Tabla 6. PHT (Peso de Hoja por Tallo) y PTI (Peso de Tallo Individual) (g MS tallo⁻¹) zacate navajita [(*Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths)], cosechado a diferentes días de rebrote, en el noreste de Coahuila, México.

DDR	Variables		\bar{x}	Pr>F	EEM	DMS
	PHT	PTI				
15	0.02 ^{Ae}	0.02 ^{Ab}	0.02 ^c	0.60	0.007	0.02
30	0.04 ^{Ade}	0.04 ^{Ab}	0.04 ^c	0.40	0.007	0.02
45	0.07 ^{AcD}	0.08 ^{Ab}	0.07 ^{bc}	0.10	0.008	0.02
60	0.07 ^{Abc}	0.10 ^{Aab}	0.08 ^{abc}	0.30	0.030	0.10
75	0.10 ^{Aa}	0.17 ^{Aab}	0.1 ^{ab}	0.40	0.060	0.20
90	0.10 ^{Bab}	0.24 ^{Aa}	0.1 ^a	0.05	0.020	0.08
\bar{x}	0.06 ^B	0.11 ^A	0.080	0.09	0.010	0.03
Pr>F	<.0001	0.01	0.002			
EEM	0.01	0.05	0.030			
DMS	0.02	0.15	0.080			

Diferente literal minúscula en cada columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$); Diferentes literales mayúsculas en cada fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa.