

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



Acumulación de materia seca de *Urochloa brizantha* a diferentes días después de la siembra

Por:

Eleazar Pérez López

TESÍS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2023.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Acumulación de materia seca de *Urochloa brizantha* a diferentes
días después de la siembra

Por:

Eleazar Pérez López

TESIS

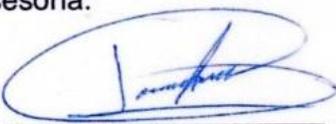
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
Presentado como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOTECNISTA

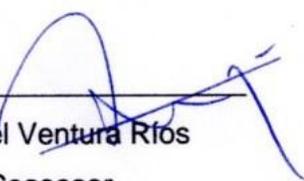
Aprobada por el Comité de Asesoría:



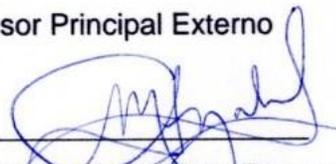
Dr. Perpetuo Alvarez Vázquez
Asesor Principal Interno



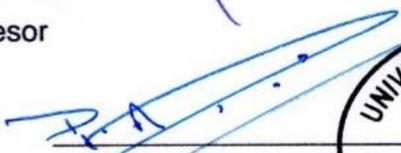
Dr. Lorenzo Danilo Granados Rivera
Asesor Principal Externo



Dr. Joel Ventura Ríos
Coasesor



Dra. Myrna Julieta Ayala Ortega



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



Saltillo, Coahuila, México, diciembre 2023.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Acumulación de materia seca de *Urochloa brizantha* a diferentes días después de la siembra

POR

ELEAZAR PÉREZ LÓPEZ

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
Asesor Principal Interno

Dr. Lorenzo Danilo Granados Rivera
Asesor Principal Externo

Saltillo, Coahuila, México, diciembre de 2023.

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, diciembre de 2023.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "**Acumulación de materia seca de *Urochloa brizantha* a diferentes días después de la siembra**", 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 de este, ni a un nuevo envío.

Eleazar Pérez López

Nombre



Firma

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el crecimiento de *Urochloa brizantha*, Días Después de Siembra (DDS) en la estación de primavera, usando un diseño experimental de bloques completamente al azar, con nueve repeticiones. Las variables evaluadas fueron; Rendimiento de Materia Seca (RMS), Composición Morfológica (CM), Altura de Planta (AP), Relación Hoja:Tallo (R:H/T) y Densidad de Tallos (DT). Se realizó un análisis varianza ANOVA, con el PROC GLM del SAS, y una comparación de medias con la prueba Tukey al 5 % de probabilidad. A los 90 DDS se observó la mayor producción del RMS con un promedio de 63.2 g planta⁻¹, en comparación a los demás DDS, 15, 30, 45, 60 y 75, respectivamente, que mostraron menor producción de forraje. En el promedio del componente morfológico en porcentaje, se encontraron diferencias, donde la raíz tuvo la mayor aportación con un promedio de 42 %, seguida por la hoja con 33.7 %, tallo con 20.6 %, material muerto con 3.2 % e inflorescencia con 0.4 % en todo el estudio. La raíz y hoja alcanzaron un total de 8.3 y 6.3 g planta⁻¹, registrando la mayor producción de materia seca, mientras que, que la menor el material muerto e inflorescencia con un 0.7 y 0.2 g planta⁻¹. En la R:H/T se obtuvo un mayor valor entre los 15 y 30 DDS con 3.7 y 2.2, siendo su menor registró a los 75 y 90 DDS con 1.3 y 0.9. Por su parte, la altura mayor de planta se registró al final del estudio, partir de los de 30, 45, 60, 75 y 90 DDS con promedio de 26.4 cm, por el contrario, la menor altura se mostró a los 15 DDS con 11 cm. En conclusión, la mayor acumulación de materia seca se presentó a los 90 días después de la siembra, donde la hoja fue de mayor aporte en la parte aérea y la raíz de la acumulación total.

Palabras clave: Acumulación de materia seca, análisis de crecimiento, días después siembra, composición morfológica.

ABSTRAC

The objective of the present study was to evaluate the growth of *Urochloa brizantha*, Days After Sowing (DAS) in the spring season, using a completely randomized block experimental design, with nine repetitions. The variables evaluated were; Dry Matter Yield (DMY), Morphological Composition (CM), Plant Height (AP), Leaf:Stem Ratio (R:L/S) and Stem Density (SD). An ANOVA analysis of variance was performed, with the SAS PROC GLM, and a comparison of means with the Tukey test at 5% probability. At 90 DAS, the highest DMY production was observed with an average of 63.2 g plant⁻¹ compared to the other DAS, 15, 30, 45, 60 and 75, respectively, which showed lower forage production. In the average of the morphological component in percentage, differences were found, where the root had the greatest contribution with an average of 42 %, followed by the leaf with 33.7 %, stem with 20.6 %, dead material with 3.2 % and inflorescence with 0.4 %. throughout the study. The root and leaf reached a total of 8.3 and 6.3 g plant⁻¹, registering the highest dry matter production, while the dead material and inflorescence had the lowest with 0.7 and 0.2 g plant⁻¹. In the R:L/S, a highest value was obtained between 15 and 30 DDS with 3.7 and 2.2, while its lowest was recorded at 75 and 90 DAS with 1.3 and 0.9. For its part, the highest plant height was recorded at the end of the study, starting at 30, 45, 60, 75 and 90 DAS with an average of 26.4 cm. On the contrary, the lowest height was shown at 15 DAS with 11cm. In conclusion, the greatest accumulation of dry matter occurred 90 days after sowing, where the leaf was the greatest contribution in the aerial part and the root of the total accumulation.

Keywords: Dry matter accumulation, growth analysis, days after sowing, morphological composition.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Le doy gracias a Dios, por guiarme en este camino llamado vida, por permitirme concluir una etapa de mi vida, que es crucial, por darme salud y amor en todo momento.

ALMA TERRA MATER

Le doy gracias a esta maravillosa **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, que me recibió en sus instalaciones, gracias por las enseñanzas que me deja y el gran nivel de estudios que esta posee y al departamento de Recursos Naturales Renovables, por permitirme desarrollar esta investigación en su laboratorio e invernadero.

Doy gracias al **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**, que me integro a su equipo de trabajo, así como su incondicional apoyo durante el trabajo de tesis, por su confianza y sus conocimientos compartidos.

A mis amigos que me acompañaron durante la carrera, de los cuales aprendí muchas cosas, a mi gran amiga, hermana **Celia Luna**, por su apoyo incondicional, compartiendo aprendizajes, a mi gran amigo **Vicencio Santiago** que estuvo durante transcurso de este proyecto agradezco su amistad y apoyo incondicional, de igual manera, **Adolfo Vera** con quien formamos un gran equipo de trabajo.

A mis tíos **Juan Dolores Pérez y Reyna Elisa Pérez**, que formaron parte de este tiempo estancia de la carrera, del cual nos apoyamos mutuamente e igual reforzamos amistad, como lazos de familia.

DEDICATORIA

A mis padres, **Ángel Pérez y Antonia López**, primero que nada, por darme la vida, encaminarme, por enseñarme a enfrentar las adversidades que se presentaran durante el transcurso del camino, por apoyo incondicional y amor.

A mis hijos, **Alan Pérez y Eleazar Pérez**, ya que ellos son el motivo de seguir avanzando y preparándonos profesionalmente, tanto como personalmente.

A mi hermano **Yanel Pérez**, que fue la persona, que me incito a seguir con los estudios, en su momento me apoyo y alentó a seguir del cual estoy muy agradecido.

A mis hermanos **Saúl Pérez, Yesica Pérez y Lizet Pérez**, que siempre han estado presentes, por su cariño y amor incondicional. Así mismo de seguirnos en nuestros pasos de continuar preparándonos profesionalmente, de igual forma creciendo como persona.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 OBJETIVOS.....	7
1.1.1 Objetivo general	7
1.1.2 Objetivos específicos.....	7
1.2 HIPÓTESIS.....	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1 Descripción de la especie en estudio	8
2.2 Factores que afectan la producción de materia seca	10
2.2.1 Condiciones de suelo	10
2.2.2 Temperatura.....	10
2.3.3 Altitud	11
2.3.4 Humedad.....	11
2.3.5 Frecuencia e intensidad de cosecha	12
2.3.6 Índice de área foliar	12
2.3.7 Meristemas de crecimiento.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio	13
3.2 Diseño experimental y tratamientos.....	14
3.3 Variables evaluadas	14
3.3.1 Rendimiento de materia seca y composición morfológica.....	14
3.3.2 Relación:hoja/tallo	15
3.3.3 Altura de la planta.....	15
3.3.4 Densidad de tallos	16

3.4 Análisis estadístico	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Acumulación de materia seca.....	17
4.1 Composición morfológica	18
4.3 Altura de planta.....	21
4.4 Relación:hoja/tallo (R:H/T).....	22
4.5 Densidad de tallos	24
V. CONCLUSIONES	27
VI. LITERATURA CITADA.....	28
VII. ANEXOS	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Urochloa brizantha</i>	9
Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (RMS: g MS planta ⁻¹), relación:hoja/tallo (R:H/T), altura de planta (AP) y Densidad de tallos (DT), de <i>Urochloa brizantha</i> material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	34
Cuadro 3. Composición morfológica (%) de <i>Urochloa brizantha</i> material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra (DDS), en el sureste de Coahuila México.....	35
Cuadro 4. Composición morfológica (g MS planta ⁻¹) de <i>Urochloa brizantha</i> material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	36
Cuadro 5. Peso de hoja por tallo (PHT; g MS tallo ⁻¹) y peso de tallo individual (PTI; g MS tallo ⁻¹) de <i>Urochloa brizantha</i> material comercial Mestizo Blend, cosechadas a diferentes días después de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo experimental (01 de mayo – 15 de julio del 2021). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM). 13
- Figura 2.** Rendimiento de Materia Seca (g MS planta^{-1}) de *Urochloa brizantha* Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Medias con las mismas letras minúsculas son iguales estadísticamente (Tukey; $P < 0.05$). 18
- Figura 3.** Altura de planta (cm) de *Urochloa brizantha* Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Medias con las mismas letras minúsculas son iguales estadísticamente (Tukey; $P < 0.05$). 22
- Figura 4.** Relación:hoja/tallo de *Urochloa brizantha* del material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Misma letra minúscula sobre las barras no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$). 24
- Figura 5.** Densidad de tallos del material Mestizo Blend de híbridos de *Urochloa brizantha*, cosechado a diferentes días después de la siembra. Misma letra minúscula en la misma fila no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$)... 25

I. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento global de la población, se requiere un aumento significativo de la producción de proteína de origen animal. En este sentido la ganadería desempeña un papel crucial para satisfacer dicha demanda. Lo cual trae desafíos importantes para el sector. Como respuesta a esta situación, se ha registrado un incremento tanto en la expansión del ganado como en la extensión de los pastizales. Una estrategia que ha ganado relevancia en la búsqueda de soluciones para abordar esta demanda y garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos, es la adopción de tecnologías que mejoren la calidad y cantidad de los forrajes utilizados en la alimentación del ganado (Peters *et al.*, 2001). Los forrajes mejorados, tienen la capacidad de alta resistencia a cambios climáticos, debido a su adaptación a sequías, misma que tienen la capacidad de regenerar pastos degradados a través de la mejora en la fertilidad del suelo y la capacidad de desarrollarse en suelos pocos fértiles (Bryan *et al.*, 2013; Gerber *et al.*, 2013). En la actualidad, uno de los retos para la ganadería es mejorar las prácticas de manejo en la producción de forrajes con el fin de incrementar la eficiencia del sistema de producción. Lo anterior es importante, si se considera que el pasto y el pastoreo es el sistema de alimentación de menor costo en la ganadería (Pérez *et al.*, 2002). Al respecto, se han desarrollado diversos materiales y su combinación entre ellos, los cuales buscan la mayor productividad del forraje, por lo que, es necesario evaluar su respuesta en diferentes ambientes y condiciones agroecológicas y de manejo a fin de seleccionar la mejor opción. Un pasto que ha sido estudiado para este fin es el del género *Urochloa*. El cual ha sido una de las alternativas basándose en su productividad, adaptabilidad, competencia y persistencia, que genera recomendaciones aceptables para una selección de especies con mayor potencial por parte de los productores (Sosa *et al.*, 2008). Por lo cual, los pastos del género *Urochloa* son altamente valorados por los ganaderos debido a su notable capacidad de adaptación a una amplia gama de condiciones edáficas y climáticas, incluyendo suelos ácidos. Esta especie de pasto, exhibe un crecimiento eficiente y persistente, caracterizado por

una elevada productividad, digestibilidad y una marcada preferencia por parte del ganado (Olivera y Del Pozo, 2006). Por lo tanto, es de gran relevancia enfatizar en el estudio de la producción de materia seca del pasto *Urochloa brizantha* bajo condiciones semicontroladas con el propósito de observar la adaptación y rendimiento de la misma.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento productivo de *Urochloa brizantha*, en condiciones de invernadero, días después de siembra a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar el rendimiento de forraje y composición morfológica de *Urochloa brizantha* en condiciones semi-controladas de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.
- ✓ Analizar la altura de planta, relación hoja:tallo, densidad de tallos y relación raíz parte aérea de *Urochloa brizantha* en condiciones semi-controladas de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.

1.2 HIPÓTESIS

- ❖ El rendimiento de materia seca se incrementará a mayor edad de la planta, días después de la siembra.
- ❖ A medida que transcurren los días después la siembra (DDS), el componente morfológico hoja tendrá un impacto significativamente mayor en el rendimiento de materia seca en comparación con otros componentes morfológicos de la planta.
- ❖ A mayor edad de la planta, existe una correlación inversamente proporcional entre la contribución del componente morfológico hoja y el desarrollo del tallo; a medida que la planta madura, la contribución de la hoja disminuye, mientras que el desarrollo del tallo aumenta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie en estudio

Los cultivares del género *Urochloa* son gramíneas perennes de origen africano, que han estado dominando durante las últimas décadas, de especies forrajeras con climas del trópico, así mismo, tiene la facilidad de incorporar a grandes áreas extensivas a la producción ganadera. Por otra parte, las *Urochloas* resisten a suelos muy pobres o bajas en fertilidad. Por lo que existen cuatro variedades en el mercado de esta especie mejor conocidos como *U. brizantha* (cv. *Marandu*, *Toledo* y *la libertad*), *U. decumbens* (cv. *Brasilisk*), *U. humidicola* (ex-*B. dictyoneura*) (cv. *Humidicola* y *Llanero*) y *U. ruziziensis* (cv. *Kennedy*). (Swenne *et al.*, 1981; Ndikumana, 1985).

Es una especie de habito de crecimiento amacollado, suele desarrollarse en suelos media a alta fertilidad, con una altura que comprende hasta 1.5 m, con nódulos de los tallos prominentes y glabros. Por lo que las hojas son pilosas, lineal lanceoladas que van desde 15 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 cm de ancho. Con inflorescencia de 3 a 4 racimos de 5 a 10 cm de largo, (Riera *et al.*, 1991). El género *Urochloa* tiene características adecuadas, como son la producción de hojas y pequeños rizomas que facilitan la emergencia de los tallos, que, junto a la capacidad de adaptación, contribuyen a incrementar los rendimientos productivos de la ganadería (Olivera *et al.*, 2008). Así mismo, los contenidos de proteína varían entre 6 y 8 % de acuerdo con la especie (Canchila *et al.*, 2009). Por su parte Lazcano *et al.* (2002), consideran que las especies de *Urochloa* se dividen en dos grupos: el primero que es de mediana calidad como *U. decumbens*, *U. brizantha* y *U. ruziziensis* y en el segundo que es considerado de calidad baja: *Urochloa dictyoneura* cv *Llanero* y *U. humidicola*, las diferencias se encuentran determinadas por el 19 % de contenido de proteína. Dichos grupos también coinciden en términos de altura, vigor, hojas y producción de biomasa. El *U. decumbens* CIAT- 606 tiene una posición destacada entre las gramíneas

de mejor rendimiento, por su mayor producción de hojas y potencialidad productiva manifestada en diferentes ambientes, esta respuesta también está asociada a su capacidad de producir estolones (Canchila *et al.*, 2009). La descripción taxonómica detallada de la especie en estudio se presenta en el cuadro 1.

Grupo Papalotla (2023), concedió los derechos exclusivos en todo el mundo, para producir, investigar y comercializar los híbridos de *Urochloa* desarrollados en el periodo 2001 –2010. En el presente estudio se utilizó el material comercial 'Mestizo Blend', una mezcla de los híbridos; Mulato II (CIAT 36087), Cobra (CIAT BR02/1794) y CIAT (BR02/0465), seleccionados por la complementariedad de los rasgos en un trío de genotipos compatibles para proporcionar resiliencia al estrés biótico y abiótico, aumentando así la productividad: Mulato II de crecimiento semidecumbente con gran poder de producir estolones, Híbrido 465 de crecimiento decumbente en sus primeras etapas de desarrollo con gran capacidad de cubrimiento del potrero y Cobra con crecimiento erecto que resulta en mayor producción de pasto por hectárea. Esta mezcla ha sido complementada para obtener mejores y altos rendimientos respecto al establecimiento, cobertura y producción forrajera. Por lo que se caracteriza en tener mayor desarrollo de estolones, tolerante a la sequía que lo caracteriza por desarrollar raíces de un gran tamaño que le permite profundizar a niveles más bajos del suelo, otra de las virtudes que lo caracteriza aún mejor, posee tres hábitos de crecimiento: decumbente, semidecumbente y erecto (Grupo Papalotla, 2018).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Urochloa brizantha*

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
clase	<i>Magnoliopsida</i>
Sub-clase	<i>Commelinidae</i>
Orden	<i>Poales</i>

Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>
Genero	<i>Urochloa</i>

Fuente: Olivera *et al.* (2006).

2.2 Factores que afectan la producción de materia seca

2.2.1 Condiciones de suelo

El suelo tiene un papel muy importante para el establecimiento de un cultivo debido que cada uno de los pastos tiene distintas adaptaciones edáficas. Por lo que, se consideran puntos muy específicos el pH, el contenido de nutrientes, estructura del suelo y el drenaje. En contraparte, de manera general las gramíneas toleran mejor el pH ácido en comparación a las leguminosas, habiendo algunas especies que se adaptan a estas condiciones (Carballo *et al.*, 2005). En las zonas tropicales se buscan alternativas para preservar los suelos, teniendo como resultados que el clima cálido no es la problemática para una producción adecuada. El suelo es un recurso natural que a lo largo de los años ha sido el sustento de la humanidad, ante el incremento de la población mundial ha generado una gran demanda para la mayor producción de alimentos, misma que genera una gran presión para la misma demanda (Sánchez *et al.*, 2011).

2.2.2 Temperatura

De acuerdo con Fernández *et al.* (2012), mencionan que los elementos del clima como: la precipitación, temperatura y radiación solar, entre otros factores de manejo como la edad de rebrote, fertilidad y riego. Así mismo, la variabilidad y características de los suelos tiene gran influencia en la adaptación y productividad de los pastos. Por lo tanto, un factor importante para el desarrollo de los pastos está en función de las distintas variabilidades meteorológicas, misma que tiene la importancia en conocer los efectos de estas variables debido

a que afecta directamente al crecimiento y desarrollo de los pastos. Para ello es importante conocer el papel tan importante que interactúa la temperatura en las plantas (Moscoso y Bravo, 2014). Por tanto, los pastos, al igual que los cultivos que se siembran, para obtener fibra y energía requieren condiciones específicas para desarrollarse, tales como un grado óptimo de temperatura y una cantidad de agua suficiente. Hasta cierto punto, climas más cálidos pueden beneficiar el crecimiento de los forrajes en algunas partes del mundo. Sin embargo, si se superan los niveles de temperaturas recomendados para los forrajes, o si no se dispone de agua o de nutrientes suficientes, probablemente habrá una gran disminución respecto al rendimiento materia seca (FAO, 2013).

2.3.3 Altitud

En un estudio realizado por el departamento de Cauco, Colombia, se observó que hay una gran interacción e influencia entre la altitud y el desarrollo de la del género *Urochloa*, por lo que a los 1600 m de altitud el crecimiento es lento y sin embargo habiendo una altitud de 1200 m, hay una mayor producción de materia seca, en donde la planta presenta inflorescencia, semilla y hasta hay un mejor rendimiento total (Franco, 2006). Por lo que, en sitios de poca altitud difícilmente se producen semillas, dado que hay una gran influencia de un efecto de diferencia respecto a la temperatura entre un sitio alto y bajo (Loch, 2002).

2.3.4 Humedad

De acuerdo con Mattos (2005), observó acerca de que *Urochloa brizantha* se adapta a condiciones de escasez hídrica, por lo que tiene una menor sensibilidad al estrés debido a sus estomas, que incluye altas tasas de elongación foliar, bajas tasas de senescencia a través de sus laminas foliares y por la gran producción de raíces.

2.3.5 Frecuencia e intensidad de cosecha

El corte o la frecuencia de intensidad de cosecha va en función sobre el rendimiento de materia seca la cual es menor a causa de que es mínimo la superficie foliar expuesta a la luz del sol, por lo cual la producción de hidratos de carbono suele ser menor debido a la baja acción de sol sobre la hoja, es por esto que los días óptimos entre corte se maneja entre los 15 a 20 días. Así mismo, para mantener un equilibrio perfecto entre en el crecimiento del rebrote y el consumo de los animales, dado que el ritmo de crecimiento que supera al ritmo de consumo, el forraje se incrementa y madura, lo que reduce el valor nutritivo del forraje (Morrison 1985; Mc Donald *et al.*, 1995).

2.3.6 Índice de área foliar

Aguirre *et al.* (2011), mencionan que hay una gran relación entre la superficie cubierta por las hojas y la superficie del suelo, mejor conocido como índice de área foliar. Dado que es un parámetro importante respecto a las especies forrajeras, por lo que respecta, la parte aérea es la responsable de captar la radiación solar para determinar la condición fotosintética. Así mismo, Ugarte (2014), menciona que el índice de área foliar influye a través de cientos factores como el tamaño de cada una de las hojas, la cantidad de macollos, el número de hojas presentes en cada uno de los macollos.

2.3.7 Meristemos de crecimiento

Azcon *et al.* (2001), mencionan que los meristemos de crecimiento es una dinámica de estructura que constantemente se está produciendo tanto en crecimiento y como división celular. Los meristemos de crecimiento tienden a tener distintas clasificaciones que puede ser a través de su origen, posición y estructura. A su vez, los meristemos apicales (primarios) que son desarrollados desde los tallos y de raíces, se encargan de conducir al crecimiento del cuerpo primario, (raíces, tallos y hojas) de la planta que son desarrollados durante la embriogénesis (Randall y Hake, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El presente estudio se realizó el 1 de febrero al 10 de julio de 2021, finales de invierno, primavera e inicios de verano, en condiciones semi-controladas en el invernadero del departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Las coordenadas del sitio son 25° 35' 35" de Latitud Norte y 101° 03' 60" de Longitud Oeste, a una altitud de 1,783 m. El clima es semi-seco, con una temperatura mayor de 18 °C, y menores a los 0 °C con una precipitación media anual de 340 mm (RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2022).

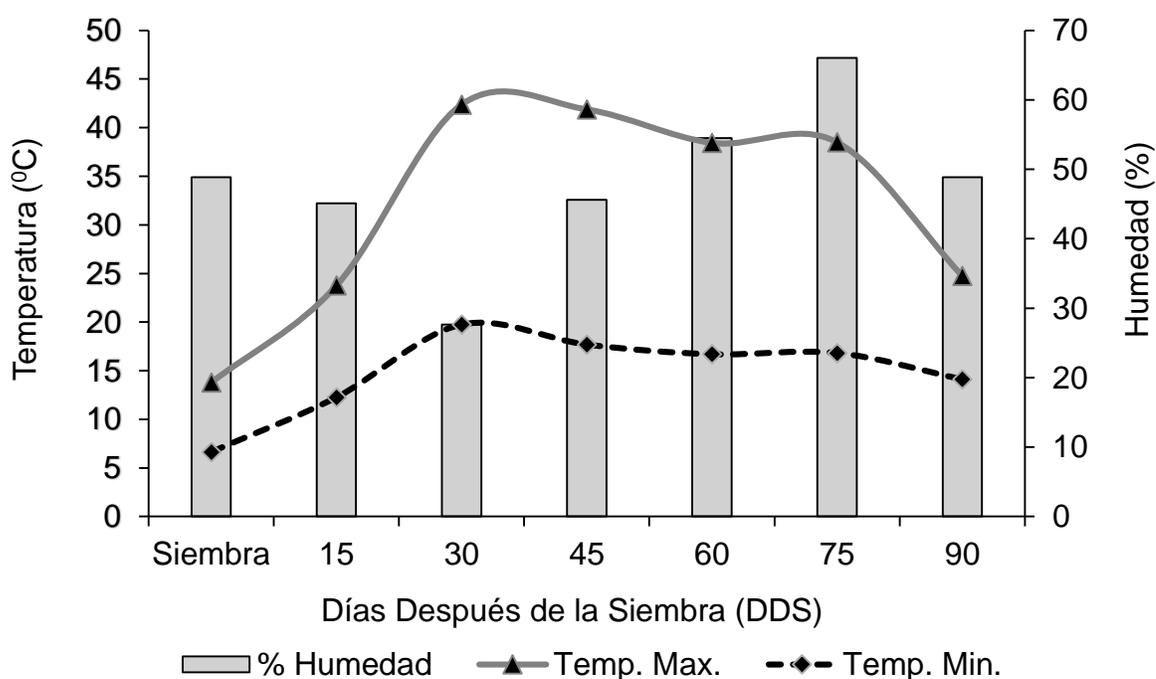


Figura 1. Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo experimental (01 de mayo – 15 de julio del 2021). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM).

Las temperaturas internas del invernadero se registraron mediante un higrómetro digital modelo WS08, donde las temperaturas máximas variaron entre 13.7 a 42.3 °C, las mínimas 4.7 a 18.3 °C y las medias se mantuvieron entre 9.2 a 27.6 °C. Así mismo, el comportamiento de humedad vario entre 27.6 a 66.0 % (Figura 1).

3.2 Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó el material comercial denominado 'Mestizo Blend', el cual es una mezcla de los híbridos de *Urochloa brizantha*; Mulato II (CIAT 36087), Cobra (CIAT BR02/1794) y CIAT (BR02/0465). El experimento se estableció el 01 de febrero de 2021. Se utilizaron tubos de PVC de cuatro pulgadas de 16 cm de alto. Se realizó una siembra directa, sobre un sustrato de tierra de monte más arena de río (1:1), con textura arena-migajón, con un pH de 7.60 y una conductividad eléctrica de 3.16, con una densidad aparente de 1.136 g cm³, materia orgánica del 4.53 %, carbono orgánico de 2.63 % y nitrógeno total de 6.67 % (Laboratorio de suelos de la UAAAN-Saltillo). Se aplicaron riegos a capacidad de campo cada tercer día o a necesidad del cultivo. El diseño fue bloques completamente al azar con nueve repeticiones. Los tratamientos correspondieron a seis edades de la planta y la unida experimental fue una planta, generando 54 unidades experimentales (tubos de PVC).

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Rendimiento de materia seca y composición morfológica

Para evaluar el rendimiento de materia seca, se llevó a cabo la destrucción del material vegetativo que se encontraba en cada tubo de PVC por repeticiones, donde se realizó una separación de los componentes morfológicos; hoja, tallo, material muerto, inflorescencia y raíz, depositando en bolsas de papel previamente identificada con la repetición y edad de la planta. Las bolsas se

depositaron en una estufa de secado de aire forzado, marca Felisa Modelo FE-243A, para su secado a una temperatura de 55 °C durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante y se registró el peso de la materia seca (g MS planta⁻¹), de cada componente y se estimó el rendimiento de materia seca total con la suma de estos.

Para evaluar la composición morfológica se utilizaron las siguientes formulas:

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

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

3.3.2 Relación:hoja/tallo

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

$$R:H/T$$

Dónde:

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

H = Peso de la hoja (g MS planta⁻¹).

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

3.3.3 Altura de la planta

Antes de cada muestreo se registró la altura de todas las plantas, con el uso de una regla graduada a 100 cm a 1 mm de precisión, colocada de forma vertical, con un dispositivo que se encuentra de forma perpendicular en la regla

y por arriba de la parte aérea deslizando hacia abajo el dispositivo hasta tocar algún componente de la planta, registrando la altura marcada.

3.3.4 Densidad de tallos

En cada muestreo se realizó el conteo de tallos vivos por planta y se registró a lo largo del estudio para analizar el comportamiento de producción de tallos planta dependiendo de la edad de esta.

3.4 Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de edad de siembra, se llevó a cabo un análisis de varianza, con un diseño experimental de bloques completamente al azar, con nueve repeticiones (planta individual) y seis tratamientos (edades de la planta), mediante el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.0 (SAS Institute, 2011) y se hizo una comparación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

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

Dónde:

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

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

ε_{ij} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Acumulación de materia seca

El rendimiento de materia seca de *Urochloa brizantha* Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra, se presenta en la Figura 2. Se mostraron diferencias estadísticas entre días después de la siembra (DDS) ($p < 0.05$). A los primeros 90 DDS el material mestizo Blend alcanzó un máximo rendimiento de materia seca de $63.2 \text{ g planta}^{-1}$, mientras que, su menor rendimiento se registró a los 15 DDS, con $1.8 \text{ g MS planta}^{-1}$, siendo estadísticamente similares a los 30, 45 y 60 DDS ($p > 0.05$). En promedio se obtuvo un valor de $7.5 \text{ g MS planta}^{-1}$ (Anexos; Cuadro 1). No obstante, de los 60 a los 90 DDS, la especie mostró un crecimiento acelerado, típico de la segunda etapa de crecimiento de un forraje cultivado bajo condiciones semi o controladas. Los resultados anteriores son atribuidos a las condiciones climáticas, debido a que este material se caracteriza por su alto desarrollo y adaptabilidad en zonas tropicales. Sin embargo, las plantas mostraron un adecuado rendimiento, a pesar de las condiciones climáticas y siembra.

En una investigación realizado por Wilgince *et al.* (2022), describen el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción y calidad de *Urochloa brizantha*, la cual reflejo resultados significativos acerca del rendimiento de materia seca (MS), debido al factor triple cultivar*suelo*fertilizante, donde el aporte de materia seca más alto fue de 132.5 kg ha^{-1} y el más bajo de $49.5 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Esto se explica el por qué las condiciones en las que se desarrolla una especie tiene efecto sobre la producción de materia seca. El pasto en estudio es de clima tropical y con requerimientos de temperatura y humedad relativa son superiores a lo ofrecido dentro del invernadero. Así mismo, hubo un efecto por las condiciones del suelo, ya que el pasto genera un enraizamiento.

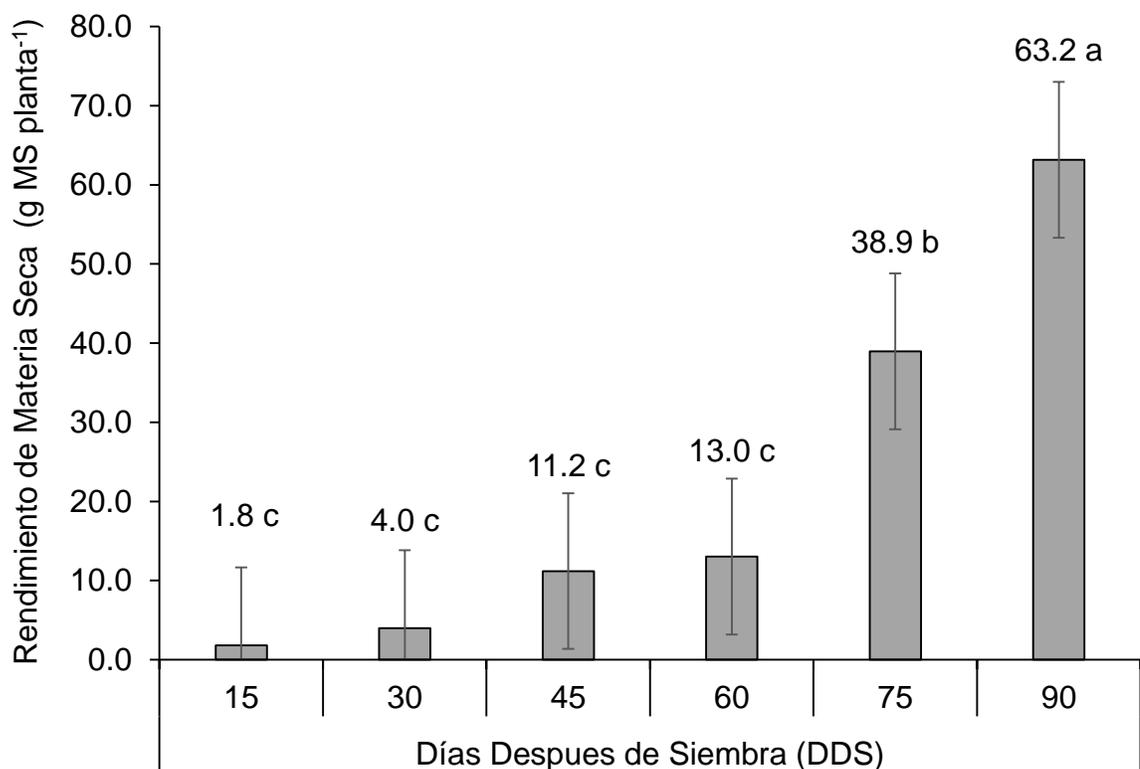


Figura 2. Rendimiento de Materia Seca (g MS planta⁻¹) de *Urochloa brizantha* Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Medias con las mismas letras minúsculas son iguales estadísticamente (Tukey; P < 0.05).

4.1 Composición morfológica

En la Figura 3, se muestran los valores de la composición morfológica de *Urochloa brizantha* material Mestizo Blend, calculados en porcentajes y en gramos de materia seca planta⁻¹, de cada componente morfológico. Se observaron cambios significativos entre DDS y componentes morfológicos de la planta ($p < 0.05$), donde la raíz registró su mayor porcentaje a los 15 DDS con 61.5 % (1.2 g planta⁻¹) y su menor porcentaje a los 60 DDS con 31.0 % (4.4 g planta⁻¹), seguido por el tallo, que presentó su menor producción a los 15 DDS con 9.1 % (0.2 g planta⁻¹). A los 45 DDS (20.8%) (2.3 g planta⁻¹) y 60 DDS (20.9%) (2.8 g planta⁻¹) se registraron porcentajes similares. La mayor aportación se registró a los 90 DDS con 30.2% (19.0 g planta⁻¹). En comparación de los demás componentes, la hoja alcanzó su mayor contribución a los 60 DDS con 42.7 %

(5.5 g planta⁻¹). Así mismo, el menor valor se registró a los 15 DDS con 26.2 % (0.4 g planta⁻¹). Por consiguiente, el componente material muerto (MM) mostro resultados similares, reflejando su mejor contribución a los 60 DDS con 5.1% (0.4 g planta⁻¹) y su menor promedio a los 45 DDS con 2.3% (0.2 g planta⁻¹). Las demás edades de la planta fueron relativamente similares estadísticamente ($p>0.05$). Por último, el componente Inflorescencia (Infl), de acuerdo con la maduración y días transcurridos, presento su mayor aportación a los 90 DDS con 1.9 % (1.2 g planta⁻¹) y su menor porcentaje a los 75 DDS con 0.7 % (2.4 g planta⁻¹). Anterior a estas edades, la inflorescencia los resultados fueron similares estadísticamente ($p>0.05$). Los datos obtenidos por componentes y promedios, mostraron diferencias significativas ($p<0.05$). El mayor resultado registrado fue en la raíz con un 42 % (8.3 g planta⁻¹) respectivamente, posteriormente el componente hoja apporto un 33.7 % (6.9 g planta⁻¹), seguido del tallo con 20.6% (5.9 g planta⁻¹); material muerto e inflorescencia mostraron resultados similares con 3.2 (0.7 g planta⁻¹) y 0.4 % (0.2 g MS planta⁻¹), respectivamente.

Por su parte Ramírez *et al.* (2010), realizaron un estudio de *U. brizantha* x *U. ruziziensis* cv. Mulato en donde reportan resultados superiores de hojas a la edad de 30 días de rebrote, lo cual lo atribuyeron a la época lluviosa, y que de acuerdo con la edad de la planta la hoja y demás componentes incrementaban su rendimiento, pero disminuía su aportación. El estudio comprendió un total de 105 días después de rebrote. Posterior a estos resultados el tallo presento mejor contribución al final del experimento, puesto que la relación hoja:tallo, conforme avanza a la madurez la planta, apareciendo más aporte de material muerto en inflorescencia. En contraste con esta investigación, el material Mestizo Blend, registró al inicio del experimento una contribución mayor en porcentaje de la hoja durante los primeros muestreos, esto se le atribuye a la necesidad de la planta de desarrollarse, producir y ganar espacio.

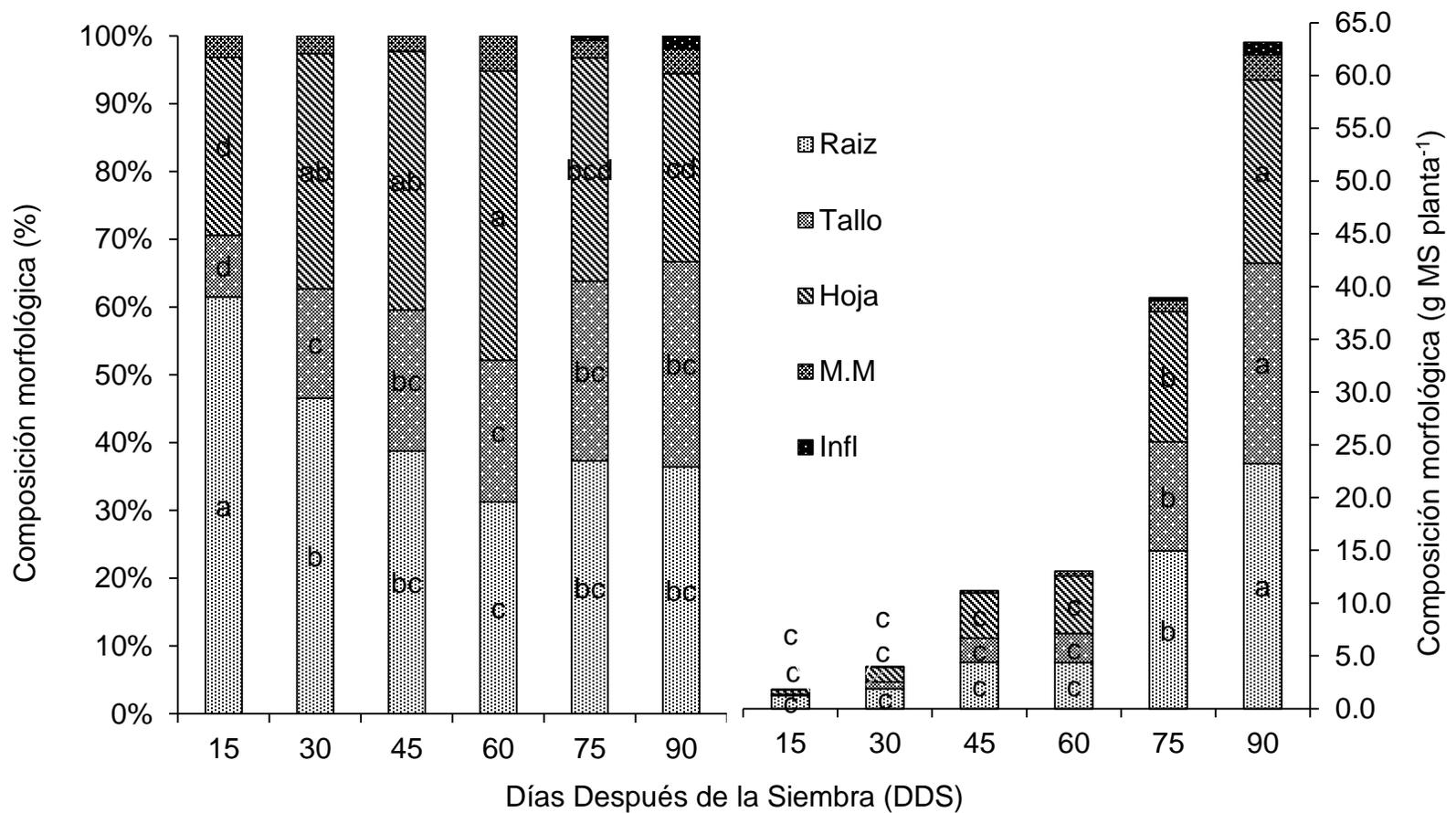


Figura 3. Contribución de los componentes morfológicos al rendimiento de *Urochloa brizantha* Meztizo Blend, cosechado a diferentes *días después de la siembra*. Letras similares entre barras dentro de un mismo componente, no son diferentes estadísticamente (Tukey; $P < 0.05$). Literales de comparación estadística, solo se presentan en componentes más representativos en la planta.

4.3 Altura de planta

En la Figura 4, se presentan las alturas de *Urochloa brizantha* material comercial Mestizo Blend, cosechado en diferentes días de siembra en condiciones semicontroladas, en el sureste de Coahuila, México. El análisis estadístico mostro diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre edades de la planta. La máxima altura registrada, se presentó a los 60 DDS, con 29 cm, sin embargo, no fue estadísticamente diferente a las edades de la planta de 30, 45, 75 y 90 DDS. La única edad de la planta diferente al resto fue a los 15 DDS, donde se observó la menor altura con 11 cm. Así mismo, se obtuvo un promedio de 24 cm de altura, durante todo el periodo de estudio. Visualmente, se observa que posterior a los 45 días después de la siembra la planta alcanza su máximo crecimiento, que, aunque la acumulación de materia seca es baja a esta edad (13 g MS planta; Figura 2), el equilibrio de los componentes morfológicos es adecuado (Figura 3).

Al respecto en un estudio realizado por Wilgince *et al.* (2022) en *Brachiaria brizantha* cultivares Sinaí y Xaraés, registraron una altura promedio de 96 cm, en contraste del promedio de 24 cm que se obtuvo en el presente estudio, es bajo, que concordó con la menor altura obtenida en el estudio citado. Lo anterior es atribuido a las diferencias en clima donde se llevaron a cabo las investigaciones; húmedo vs templado seco, respectivamente. Así mismo, el autor refiere que el factor principal que genero resultados estadísticamente significativos fue el uso de la fertilización, en el cual se utilizó estiércol de bovino. Otros factores importantes fueron el tipo de suelo, así como la humedad relativa registrada, el cultivar o especies utilizadas. Sin embargo, Cetzal-Ix *et al.* (2019), en un estudio realizado en dos sistemas de cultivo de *Urochloa brizantha* en el trópico, reportaron que mediante el sistema de monocultivo se obtuvo una altura promedio de 34.94 cm planta⁻¹, mientras que con el sistema silvopastoril registraron promedios de 37.32 cm planta⁻¹, lo cual nos indica una diferencia mínima, en comparación de nuestro estudio, bajo condiciones semicontroladas. De acuerdo con Rojas *et al.* (2011), un estudio realizado con cultivares de *U. brizantha* cv. MG4 y *U. ruziziensis* x *U. brizantha* (Híbrido Mulato) alcanzaron

mayores promedios de altura, con 42 y 41 cm, con relación a la presente investigación.

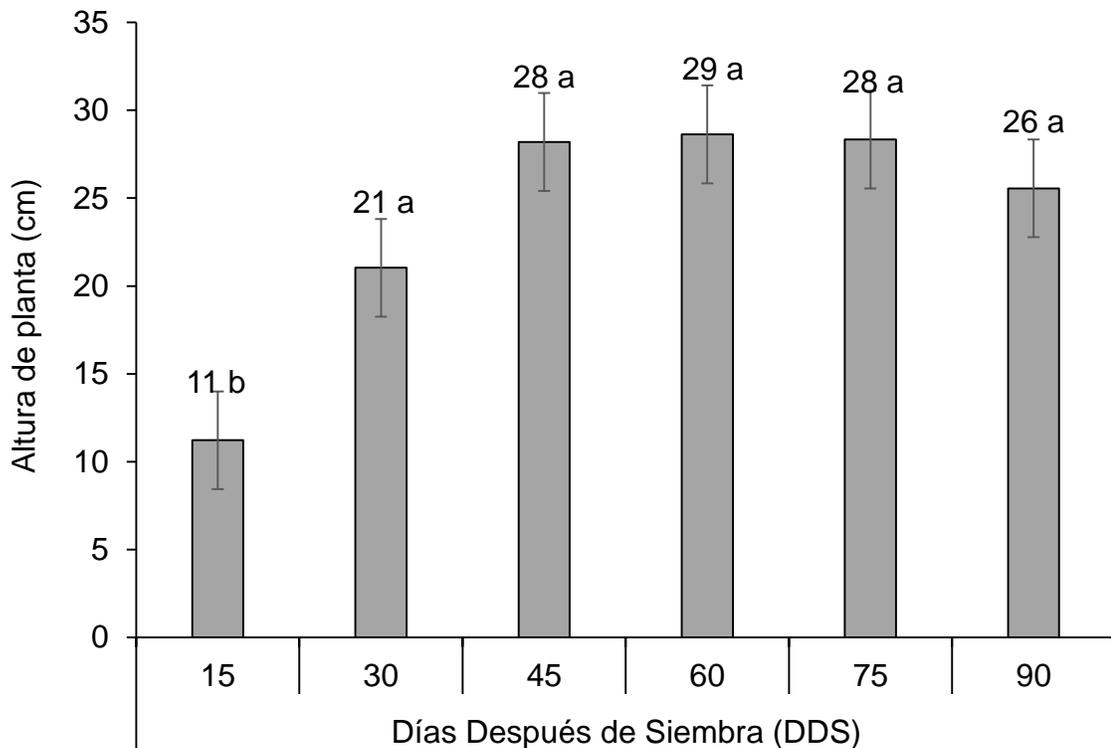


Figura 3. Altura de planta (cm) de *Urochloa brizantha* Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Medias con las mismas letras minúsculas son iguales estadísticamente (Tukey; $P < 0.05$).

4.4 Relación:hoja/tallo (R:H/T)

La relación del peso del componente hoja respecto al tallo expresado como relación:hoja/tallo de *Urochloa brizantha* del material comercial Mestizo Blend, se representa en la Figura 5. Se observaron diferencias estadísticas al comparar las diferentes edades de la planta evaluadas a lo largo de 90 días después de la siembra ($p < 0.05$), resultando un promedio general de 2.0. El comportamiento general de la hoja respecto del tallo fue de mayor a menor, por lo que, a mayor edad de la planta, la hoja redujo su aportación al rendimiento respecto al tallo, siendo superada al final del estadio a los 90 días de edad de la

planta (0.9). La mejor contribución se registró a los 15 días después de la siembra con 3.7, cuando la planta inicio su crecimiento y el tallo no fue lo suficientemente representativo en peso en la planta. Posteriormente, los demás muestreos 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra, indicaron resultados estadísticamente similares con la menor relación:hoja/tallo se presentó a los 90 DDS con 0.9, donde indica que después de los 30 DDS el tallo apporto mayor producción en relación con la hoja, como se aprecia en la Figura 3 de la composición morfológica.

De acuerdo con Valerio (2022), al evaluar cuatro cultivares de *Urochloa brizantha*, la relación:hoja/tallo, presento valores similares a los obtenidos en esta investigación, con un valor de 3.5, que fue el mayor valor registrado y para este caso el más alto registrado fue de 3.7, que refleja la similitud. De igual forma presentaron variaciones en los datos obtenidos durante periodos y variedades. La variedad que mejor resultados obtuvo fue la mezcla de híbrido de Mestizo blend (Brachiaria Híbridos CIAT 36087, CIAT BR02/0465, CIAT BR02/1794), seguido de las variedades Camello y Estrella con valores de 1.1 y 0.7 con respecto a relación: hoja/tallo. El cual nos indica que el material Mestizo es superior a las demás, a pesar de las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolle el cultivo. Por su parte Avellaneda *et al.* (2008), registraron valores superiores donde se evaluaron *Urochloa decumbens*, *brizantha* y pasto mulato, en el cual el pasto mulato mostro valores más altos aportando (28.70 y 7.55) en relación hoja: tallo, seguido de *U. decumbens* con (26.60 y 6.55), por ultimo *U. brizantha* (20.50 y 5.50) respectivamente.

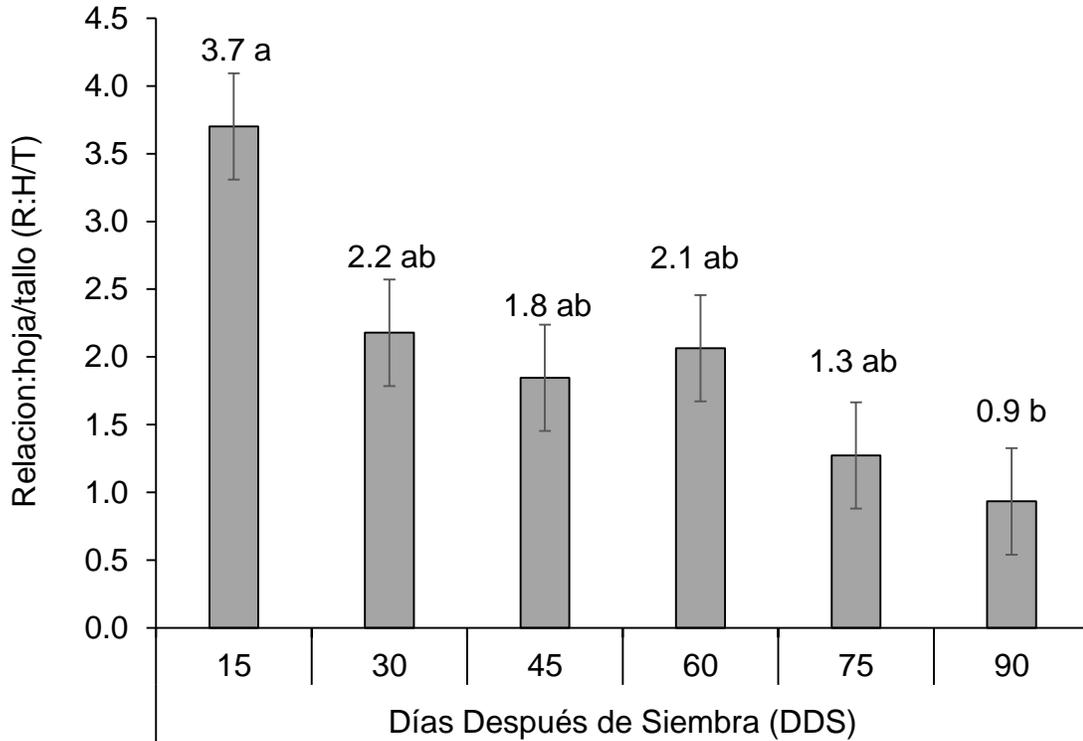


Figura 4. Relación:hoja/tallo de *Urochloa brizantha* del material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra. Misma letra minúscula sobre las barras no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$).

4.5 Densidad de tallos

En la Figura 6, se muestran los resultados de la dinámica del recambio de tejido en base a la presencia de tallos vivos o densidad de tallos, que refiere al número de tallos por planta de *Urochloa brizantha* del material comercial Mestizo Blend, evaluado Días Después de Siembra (DDS). Se registró una contribución promedio de 13 tallos planta⁻¹. Estadísticamente la mayor aportación de número de tallos se obtuvo a los 75 y 90 DDS con 26 y 28 tallos planta⁻¹, respectivamente, y la menor producción de tallos se presentó a los 15 DDS con 3 tallos planta⁻¹. Los siguientes muestreos reportaron resultados similares a los 30, 45, 60 DDS con 5, 12 y 9 tallos planta⁻¹. Similar al dato más alto fue a los 75 días después de la siembra con 22 tallos planta⁻¹. Se observó un incremento significativo de los 60 a los 90 días después de la siembra de 9 a 22 tallos por planta⁻¹ ($p<0.05$). Lo anterior concuerda con el rendimiento de materia seca (Figura 2), lo cual indica

que el aporte importante del tallo a la producción de forraje de la especie estudiada es a partir de los 75 días después de la siembra.

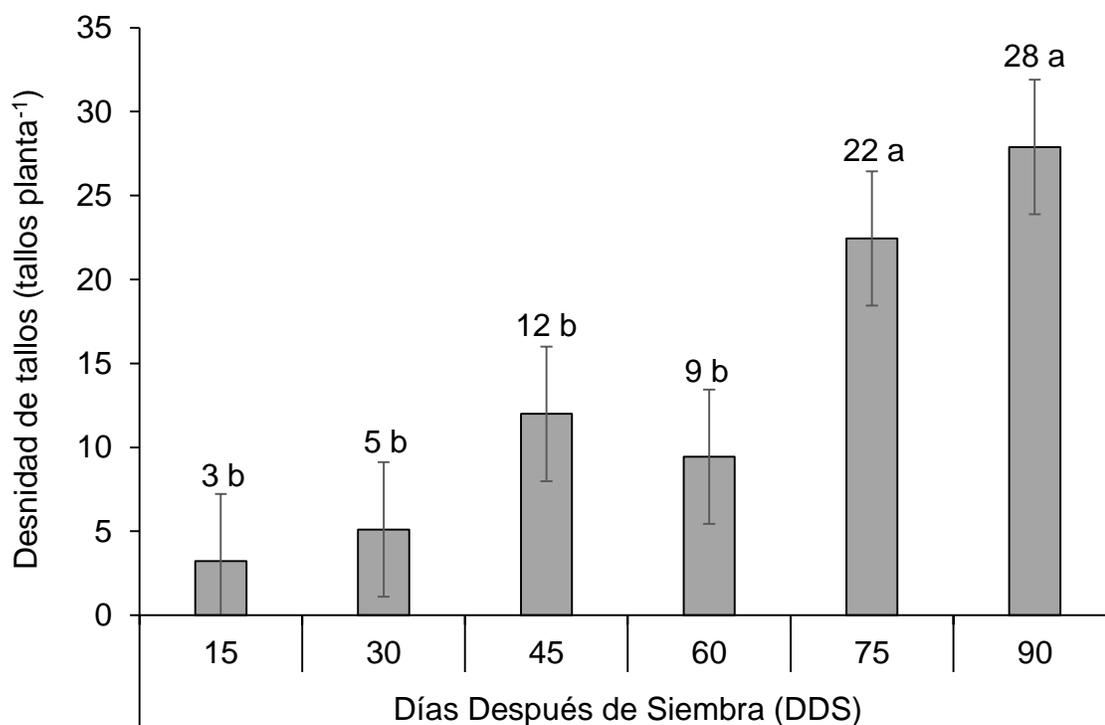


Figura 5. Densidad de tallos del material Mestizo Blend de híbridos de *Urochloa brizantha*, cosechado a diferentes días después de la siembra. Misma letra minúscula en la misma fila no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$).

De acuerdo a un estudio realizado por Luna *et al.* (2015), realizado con tres variedades de *Urochloa*, en diferentes condiciones, a los 63 días de edad, registraron un promedio de 162.51 tallos m^{-2} , en contraste de nuestro estudio que mostro un menor dato con nueve tallos, a los 60 DDS. Dentro de las variedades evaluadas fueron *U. decumbens*, *U. brizantha* y *U. mulato*, pero de las tres, *U. decumbens* fue la de mejor promedio con 148.80, seguido de *U. mulato* con 98.11 y por último *U. brizantha* con 63.12. Cabe mencionar que la especie evaluada en nuestro estudio es una mezcla que contiene tres híbridos, uno de crecimiento semidecumbente, decumbente y por último con crecimiento erecto, esto con la finalidad de adaptación, mejor productividad y poder de cubrimiento de áreas. Además, el presente estudio fue en condiciones de invernadero, mientras que

Luna *et al.* (2015), fue en condiciones de campo. Por otro lado, Flores *et al.* (2023) en un estudio realizado de dos cultivares del género *Urochloa*, Cayman (CIAT BR02/1752) y Cobra (CIAT BR02/1794) en épocas de lluvias registraron valores superiores con (55 tallo planta⁻¹) y (63.42 tallos planta⁻¹) respectivamente, mostrando valores más altos que el presente trabajo, pero no superiores a los resultados de Luna *et al.* (2015), esto se les atribuye a las condiciones edafoclimáticas que se le brindó a las plantas.

V. CONCLUSIONES

Los hallazgos en el presente estudio indican que el componente morfológico de la hoja tiene una influencia significativa en el rendimiento de materia seca aérea del material comercial Meztizo Blend, de la especie *Urochloa brizantha* cuando es cosechada días después de la siembra. Sin embargo, la raíz es la de mayor aporte al rendimiento total. También, se observó una relación inversa y positiva entre la contribución de la hoja y el resto de los componentes a mayor edad de la planta. Así mismo, se identificó que los 90 días después de la siembra hubo una mayor acumulación de materia seca, pero con presencia de inflorescencia y material muerto, esto podría limitar su buen aprovechamiento como forraje en cuanto a calidad nutricional para la alimentación animal

VI. LITERATURA CITADA

- 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 p.
- Altamirano, H. (2011).** Evaluación de diferentes densidades de siembra del *Plátano lanceolata* asociado a una mezcla de especies introducidas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Retrieved .70 p. [fromhttp://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf](http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf).
- Argel, P. J., Miles, J. W., Guiot G., J. D., & Lascano A., C. E. (2005).** Cultivar *Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061)*: Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 24 p.
- Azcon, B. J., y Talón, M (2001).** Fundamentos de fisiología Vegetal. Mc. Graw-Hill Interamericana. España 522 p.
- Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., (2013).** ¿Can agriculture support climate change adaptation, greenhouse gas mitigation and rural livelihoods? Insights from Kenya. *Climatic change*. (118), pp. 151-165. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0640-0>
- Canchila et al., (2009).** Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria spp.* *Revista pastos y forrajes*. 32(4):1-9 p.
- Carabaño, R.; De Blas, C. (1997).** Necesidades de Fibra en Conejos. Madrid: Fedna. 17p.
- Carballo D., Matus M., Betancourt, M., y Ruiz, C. (2005).** Manejo de pasto *I. Managua*, Nicaragua: UNA.

- Cevallos, J. H. A., Guerrero, F. C., Zamora, G. Q., Murillo, R. L., Valdez, O. D. M., Guerra, I. E., ... & Mendoza, E. P. (2008).** Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Revista Ciencia y Tecnología*, 1(2), 87-94.
- FAO. Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. (2013).** Estudio FAO Montes 172. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3383s.pdf>.
- Fernández, L. J., Gómez, A. I., y Cordoví, C. E. (2012).** Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT609 en un suelo vertisol. *Revista de Producción Animal*, 24(1), 40–45 p.
- Flores-Morales, E., López-Garrido, S. J., Galicia-Jiménez, M. M., Ávila-Serrano, N. Y., Camacho-Escobar, M. A., & Arroyo-Ledezma, J. (2023).** Descripción morfológica de dos cultivares del género *Urochloa* y producción de biomasa por componentes. *Revista Terra Latinoamericana*, 41.
- Franco, M. (2006).** *Mulato II*. Nuevos Híbridos de *Brachiaria*. *Revista DBO (Brasil)* agosto 2006. 44-46 p.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson. (2013).** Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
- Grupo Papalotla / Pasto MESTIZO BLEND. (2023)** <http://grupopapalotla.com/producto-mestizo.html>.
- Grupo Papalotla. (2018).** Pasto mestizo blend® [En línea]. Disponible en: <http://grupopapalotla.com/producto- mestizo.html> (Revisado el 07 de julio

de 2023). <https://www.impulsemillas.com/wp-content/uploads/2021/08/Ficha-Tecnica-Mestizo-Blend.pdf>

Itzá-Kinil, W., Kumul-Chimal, F., Couoh-Puc, Á. J., Luna-Mendicuti, A. A., Pineda-Doporto, A., Castillo-Sánchez, L. E., ... & Canul-Solis, J. R. (2019). Producción forrajera de *Brachiaria brizantha* bajo Monocultivo y Sistema Silvopastoril. *Agroecosistemas Tropicales*, 422.

Jaumer R., Idupulapati M. R., Juan C. M. F. (2007). Estrategias de enraizamiento de genotipos *Brachiaria* en suelos ácidos y de baja fertilidad en Colombia. Disponible en https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/1032/1509

Lascano C. Plazas C. Bueno G. (2002). *Cratylia argentea*, leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. CIAT.

Loch, D.S. y J.W. Milles. (2002). *Brachiria ruzizensis* y *Bachiaría brizantha*. *Journal- 5(3): 20-21 p.*

Luna, M. R. A. (2015). Respuesta agronómica de tres variedades de *Brachiaria* en el cantón El Empalme provincia del Guayas, Ecuador. 48-49 p. Recuperado de <file:///C:/Users/HP2022/Downloads/DialnetRespuestaAgronomicaDeTresVariedadesDeBrachiariaEnE-6261794.pdf>

Mattos, J., Gomide, J. y Martínez, C. (2005). Crecimiento de especies de *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. *R. Bras. Zootec.34(3):755-764 p.*

Moscoso, J. C y Bravo, R. (2014). Parámetros Climáticos y su efecto sobre las praderas. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp->

[content/uploads/2014/09/Parametros- 62 clim%C3%A1ticos-y-su-efecto-sobre-la-pradera.-Agrisur.-2014.pdf](content/uploads/2014/09/Parametros-62-clim%C3%A1ticos-y-su-efecto-sobre-la-pradera.-Agrisur.-2014.pdf) Mundi-Prensa, Madrid. 1045p.

Murillo, R. L., Coronel, A. E., Cevallos, J. H. A., Pérez, J. J. R., Murillo, M. V. L., & Taco, N. I. (2015). Respuesta agronómica de tres variedades de *brachiaria* en el cantón El Empalme provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(2), 45-50.

Ndikumana, J. (1985). Etude de l'hybridation entre espèce apomictiques et sexuées dans le genre *Brachiaria*. Ph.D. Dissertation. Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgium. 210 p.

Olivera, Y. (2008). Nota técnica: Persistencia del pastizal en una colección de *Brachiaria spp.* En un suelo ácido. *Pastos y forrajes*. Vol. 31. N°4. 333 p.

Olivera, Y., Machado, R., Del Pozo, P.P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes* 29(1):1-23 p.

Pérez, B. M. T., Hernández, G. A., Pérez, P. J., Herrera, H. J. G., Bárcena, G. R. (2002). Respuesta productiva y dinámica de rebrote del Ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 40(3):251-263 p.

Peters, M., Horne, P., Schmidt (2001). The role of forages in reducing poverty and degradation of natural resources in tropical production systems. Agricultural Research and Extension Network. No. 117. Recuperado de: <https://cdn.odi.org/media/documents/5218.pdf>

Radall A.K y S. Hake. (1997). Shoot meristem formation in vegetative development. *The plant cell*. 9: 1001 – 1010 p.

Ramírez, J. L., Herrera, R. S., Leonard, I., Verdecia, D., & Álvarez, Y. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria*

brizantha x Brachairia ruzizensis vc. *Mulato* en el Valle del Cauto, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 44(1), 65-72.

Rivera, I. M. (2016). Renovación de cuatro cepas de micorriza vesículo arbuscular en cultivo de perejil (*Petroselinum crispum*) y pasto marandú (*Brachiaria brizantha*) en macrotúnel, Zamorano, Honduras (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.).

Rojas-Hernández, S. A. U. L., Olivares-Pérez, J., Jiménez-Guillén, R. E. G. U. L. O., Gutiérrez-Segura, I. S. I. D. R. O., & Avilés-Nova, F. (2011). Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. Avances en investigación agropecuaria, 15(1), 3-8.

Sánchez, C. J. (2011). Establecimiento de una pradera de *setaria splendida* (*setaria sphacelata*) para corte, en la finca punzara de la universidad nacional de loja (Tesis de pregrado). Recuperada de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5480/1/establecimiento%20de%20una%20pradera%20de%20setaria%20splendida.pdf>.

Sosa, R. E. E., Cabrera, T. E., Pérez, R. D. y Ortega, R. L. (2008). “Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo.” Téc. Pec. Méx. 46(004):413-426 p.

Swenne, A., Louant, B. P. and Dujardin, M. (1981). Induction par la colchicine de formes autotétraploides chez *Brachiaria ruzizensis* Germain et Evrard (Graminée). Agron. Trop. 36(2): 134-141 p.

Ugarte, C. (2014). Ecofisiología de plantas forrajeras. Consultado el 13/07/2023

Valerio, C. A. (2022). Rendimiento forrajero de cuatro cultivares de *Brachiaria* híbrido cosechados durante la época seca. Benemérita Universidad Autónoma De Puebla. Tesis de Licenciatura. 27- 28 P.

Wilgince A., Yviane J.B., Birmania J., Wagner A., Isabel L. M., Héctor S. E.
(2022). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción y
calidad de *Brachiaria brizantha*. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(1): 1-13.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2637>

VII. ANEXOS

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (RMS: g MS planta⁻¹), relación:hoja/tallo (R:H/T), altura de planta (AP) y Densidad de tallos (DT), de *Urochloa brizantha* material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Variables			
	RMS	R:H/T	AP	DT
15	1.8 ^C	3.7 ^A	11 ^B	3 ^B
30	4.0 ^C	2.2 ^{AB}	21 ^A	5 ^B
45	11.2 ^C	1.8 ^{AB}	28 ^A	12 ^B
60	13.1 ^C	2.1 ^{AB}	29 ^A	9 ^B
75	38.9 ^B	1.3 ^{AB}	28 ^A	22 ^A
90	63.2 ^A	0.9 ^B	26 ^A	28 ^A
\bar{x}	22	2.0	24	13
Pr>F	<0.0001	0.08	0.001	<0.0001
EEM	4.1	0.9	3.3	3.2
DMS	11.7	2.5	9.5	9.08

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia ($p < 0.05$). EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 3. Composición morfológica (%) de *Urochloa brizantha* material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días después de la siembra (DDS), en el sureste de Coahuila México.

DDS	Componentes					x̄	Pr > F	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	MM	INF				
15	62 ^{Ab}	9 ^{Dc}	26 ^{Db}	3.2 ^{Ac}	0 ^{Ac}	100	<.0001	4.1	11
30	47 ^{Ba}	16 ^{Cc}	35 ^{ABCb}	2.6 ^{Ad}	0 ^{Ad}	100	<.0001	1.6	4.6
45	39 ^{BCa}	21 ^{BCb}	38 ^{ABa}	2.3 ^{Ac}	0 ^{Ac}	100	<.0001	2.5	7.1
60	31 ^{Cb}	21 ^{BCc}	43 ^{Aa}	5.1 ^{Ad}	0 ^{Ad}	100	<.0001	2.9	8.4
75	37 ^{BCa}	26 ^{ABb}	33 ^{BCDa}	2.6 ^{Ac}	0.7 ^{Ac}	100	<.0001	1.95	5.5
90	36 ^{BCa}	30 ^{Ab}	28 ^{CDb}	3.7 ^{Ac}	1.9 ^{Ac}	100	<.0001	2.02	5.7
x̄	42 ^a	21 ^c	34 ^b	3.2 ^d	0.4 ^e	100	<.0001	0.5	1.5
Pr>F	0.0002	<.0001	0.0009	0.1	0.1				
EEM	4.2	2.3	2.9	1.1	0.6				
DMS	12.02	6.7	8.3	3.3	1.9				

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

Cuadro 4. Composición morfológica (g MS planta⁻¹) de *Urochloa brizantha* material comercial Mestizo Blend, cosechado a diferentes días de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Componentes					Total	Pr > F	EEM	DMS
	Raíz	Tallo	Hoja	MM	Inflorescencia				
15	1.2 ^{Ca}	0.2 ^{Cb}	0.4 ^{Db}	0.0 ^{Cb}	0.0 ^{Bb}	100	0.0017	0.2	0.7
30	1.9 ^{Ca}	0.6 ^{Cbc}	1.4 ^{Dab}	0.1 ^{Cc}	0.0 ^{Bc}	100	0.0045	0.4	1.3
45	4.4 ^{Ca}	2.3 ^{Cb}	4.3 ^{Ca}	0.2 ^{Cc}	0.0 ^{Bc}	100	<.0001	0.2	0.7
60	4.4 ^{Cab}	2.8 ^{Cb}	5.5 ^{Ca}	0.4 ^{BCc}	0.0 ^{Bc}	100	0.0002	0.8	2.3
75	15.0 ^{Ba}	10.3 ^{Bb}	12.4 ^{Bab}	1.0 ^{Bc}	2.4 ^{Bc}	100	<.0001	1.0	2.8
90	23.2 ^{Aa}	19.0 ^{Aab}	17.4 ^{Ab}	2.4 ^{Ac}	1.2 ^{Ac}	100	<.0001	1.6	4.7
\bar{x}	8.3 ^a	5.9 ^b	6.9 ^{ab}	0.7 ^c	0.2 ^c	100	<.0001	0.4	1.2
Pr>F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.01				
EEM	2.03	1.4	0.9	0.2	0.3				
DMS	5.7	3.9	2.6	0.8	0.9				

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

Cuadro 5. Peso de hoja por tallo (PHT; g MS tallo⁻¹) y peso de tallo individual (PTI; g MS tallo⁻¹) de *Urochloa brizantha* material comercial Mestizo Blend, cosechadas a diferentes días después de la siembra (DDS), en el Sureste de Coahuila, México.

DDS	Variables			Pr > F	EEM	DMS
	PHT	PTI	\bar{x}			
15	0.07 ^{Ca}	0.02 ^{Eb}	0.05 ^D	0.08	0.01	0.03
30	0.13 ^{BCa}	0.06 ^{DEb}	0.10 ^C	0.05	0.01	0.05
45	0.21 ^{ABCa}	0.11 ^{CDa}	0.16 ^C	0.09	0.03	0.11
60	0.28 ^{ABa}	0.15 ^{Cb}	0.21 ^C	0.001	0.004	0.01
75	0.30 ^{Aa}	0.24 ^{Ba}	0.27 ^{AB}	0.2	0.03	0.1
90	0.34 ^{Aa}	0.34 ^{Aa}	0.34 ^A	0.8	0.04	0.1
\bar{x}	0.34 ^a	2.93 ^b	1.64	0.007	0.004	0.01
Pr>F	0.0018	<.0001	<.0001			
EEM	0.05	0.02	0.03			
DMS	0.1	0.06	0.09			

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