

COMPONENTES MORFOLÓGICOS Y VALOR NUTRITIVO DE DOS HÍBRIDOS DE *Urochloa* CON DIFERENTE MANEJO AGRONÓMICO

MORPHOLOGICAL COMPONENTS AND NUTRITIONAL VALUE OF TWO *Urochloa* HYBRIDS UNDER DIFFERENT AGRONOMIC MANAGEMENT

Juan E. Godina-Rodríguez¹, Santiago Joaquín-Cancino¹, Jonathan R. Garay-Martínez^{2*}, Benigno Estrada-Drouaillet¹, Andrés G. Limas-Martínez¹, Jairo J. Quintanilla-Medina¹ e Ignacio González-Gutiérrez¹

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Las Huastecas. Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia (garay.jonathan@ininap.gob.mx)

RESUMEN

Los pastos son la principal fuente de alimentación en los sistemas de producción de rumiantes, que son catalogadas como fuente de alimento de bajo valor nutricional por sus altos contenidos de carbohidratos estructurales; sin embargo, existen técnicas de manejo agronómico, como el intervalo e intensidad de corte, que influyen sobre el rendimiento y modifican el valor nutritivo del forraje. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición morfológica y valor nutritivo del forraje de pastos híbridos del género *Urochloa* a diferente intervalo e intensidad de corte. El experimento se desarrolló en condiciones de temporal durante la época de máxima precipitación. En 2020 y 2021 se evaluaron los híbridos Camello I (GPB3025) y Camello II (GPB3207) a diferentes intervalos (5 y 7 semanas) e intensidades de corte (10 y 20 cm). Los ocho tratamientos fueron evaluados mediante las variables rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}) de hoja, tallo, inflorescencia, materia muerta y contenido (g kg^{-1}) de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), ácido (FDA) y lignina (LIG). Los datos se analizaron en un diseño de bloques completos al azar. El híbrido Camello II presentó los mayores valores de rendimiento de hoja y materia muerta (17 y 46 %, respectivamente), en comparación con Camello I; sin embargo, este último tuvo el mayor contenido de PC (90 vs. 82 g kg^{-1}). A 5 semanas e intensidad de 10 cm, el rendimiento para la mayoría de los componentes morfológicos fue menor. El contenido mayor de PC se obtuvo al cosechar a 5 semanas y 10 cm (108 g kg^{-1}). Los valores mayores de FDN, FDA y LIG se obtuvieron a intensidad de 20 cm en ambos híbridos. Independientemente del híbrido, al cosechar el forraje a intervalo de 7 semanas y a intensidad de 10 cm se obtiene el mayor rendimiento de forraje y valor nutritivo.

Palabras clave: calidad de forraje, componentes morfológicos, híbrido *Brachiaria*, intensidad de corte, intervalo de corte.

SUMMARY

Grasses are the main source of food in ruminant production systems, which are catalogued as a source of food of low nutritional value due to their high structural carbohydrate content; however, there are agronomic management techniques, such as cutting interval and intensity that influence yield and modify the nutritive value of forage. The objective of this research was to evaluate the morphological composition and nutritive value of forage from hybrid grasses of the genus *Urochloa* at different mowing interval and intensity. The experiment was carried out in rainfed conditions during the season of maximum rainfall. In 2020 and 2021, Camello I (GPB3025) and Camello II (GPB3207) hybrids were evaluated at different intervals (5 and 7 weeks) and

mowing intensities (10 and 20 cm). The eight treatments were evaluated using the cutting variables dry matter yield (kg ha^{-1}) of leaf, stem, inflorescence, dead matter and content (g kg^{-1}) of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid (ADF) and lignin (LIG). Data were analyzed in a randomized complete block design. The Camello II hybrid presented the highest leaf and dead matter yield values (17 and 46 %, respectively), compared to Camello I; however, the latter had the highest CP content (90 vs. 82 g kg^{-1}). At 5 weeks and 10 cm intensity, the yield for most morphological components was lower. The highest CP content was obtained when harvested at 5 weeks and 10 cm (108 g kg^{-1}). The highest values of NDF, ADF and LIG were obtained at 20 cm intensity in both hybrids. Regardless of the hybrid, the highest forage yield and nutritive value were obtained when forage was harvested at 7 weeks interval and at 10 cm intensity.

Key words: *Brachiaria* hybrid, cutting intensity, cutting interval, forage quality, morphological components.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal, la productividad de los rumiantes está condicionada por el tipo de alimentación; dicha producción suele ser mayor en los sistemas donde se suministran alimentos concentrados. Sin embargo, la utilización de estos encarece los costos de producción (Bautista-Martínez et al., 2020). En las regiones tropicales, la producción de carne y leche se genera principalmente a partir del pastoreo extensivo, principalmente mediante la utilización de especies nativas y en menor proporción especies introducidas (Hernández-Sánchez et al., 2018).

La utilización de especies forrajeras en México es diversa, derivado de las condiciones edafoclimáticas en cada región. Además, el rendimiento y valor nutritivo de forraje se presenta de manera estacional; es decir, varía de acuerdo con la época del año, donde su mayor producción se obtiene durante la época de máxima precipitación y durante la época de mínima precipitación la producción se reduce hasta 90 % (Garay-Martínez et al., 2018). Para

contrarrestar lo anterior, en diferentes regiones de México se han introducido nuevos cultivares del género *Urochloa* (sin. *Brachiaria*), debido a que presentan tolerancia al estrés por déficit de humedad, además de que presentan mayor rendimiento y valor nutritivo de forraje (Garay et al., 2020; Hernández-Sánchez et al., 2018).

Sin embargo, antes de introducir nuevos genotipos de forraje a los sistemas de producción es necesario realizar evaluaciones previas sobre el manejo agronómico, para con ello diseñar estrategias para un adecuado aprovechamiento de las especies forrajeras (Avellaneda et al., 2008; Maass et al., 2015). Al respecto, se ha reportado que el rendimiento y el valor nutritivo del forraje es modificado por el intervalo e intensidad de corte (Godina-Rodríguez et al., 2022; Rojas-García et al., 2018). El valor nutritivo del forraje se define por la composición química (proteína cruda, fibra detergente neutro y ácido y lignina) y la digestibilidad (Nava-Berumen et al., 2018). En este sentido, un forraje de menor valor nutritivo presenta menor contenido de proteína y mayor contenido de fibra detergente neutro, ácido, lignina y menor digestibilidad. Lo anterior se debe al incremento de la pared celular, debido a la maduración de la planta (López et al., 2018).

La introducción de nuevas especies forrajeras es y seguirá siendo un proceso dinámico, con la finalidad de atenuar la problemática antes mencionada. En el mercado existen nuevos híbridos del género *Urochloa*, como Camello I y Camello II, de los cuales existe escasa información sobre su comportamiento productivo, lo cual dificulta establecer un momento óptimo para su aprovechamiento. Al respecto, la información que se ha reportado sobre el comportamiento de estos pastos híbridos evaluados ha sido generada en Tailandia, con alturas de corte de 40-60 cm (Hare, 2023) y sin variar la intensidad de corte. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la composición morfológica y valor nutritivo del forraje de pastos híbridos del género *Urochloa* a diferente intervalo e intensidad de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental y características edafoclimáticas

El estudio se realizó de 2020 a 2021 en la Posta Zootécnica "Ingeniero Herminio García González" de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ubicada en las coordenadas geográficas 23° 56' 26.5" N y 99° 05' 59.9" O, a una altitud de 193 m. El clima del lugar es semiárido, clasificado como BS₁ (h') hw (Vargas et al., 2007). La temperatura y precipitación media anual es de 24 °C y 940 mm. Los

datos climáticos registrados fueron la temperatura máxima y mínima, así como la precipitación acumulada mensualmente durante el periodo de evaluación (Figura 1). Además, se realizó un análisis de suelo, mediante el cual se determinó que éste tiene textura arcillosa, con pH alcalino (8.2) y sin problemas de salinidad (Relación de adsorción de sodio = 0.72) (Cuadro 1).

Tratamientos, diseño, unidad experimental y repeticiones

Los ocho tratamientos fueron la combinación de los híbridos de *Urochloa*: Camello I (GPB025) y Camello II (GPB07), los intervalos de corte de 5 y 7 semanas y las intensidades de corte de 10 y 20 cm. Los tratamientos se distribuyeron en 24 parcelas de 3 × 3 m en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental fue un cuadrado de 1 × 1 m, que estuvo al centro de cada parcela.

Manejo agronómico y evaluación

Para establecer las parcelas se preparó el suelo mediante barbecho y rastra cruzada y para la siembra se utilizó una sembradora manual; la dosis de siembra fue 4 kg ha⁻¹ de semilla pura viable. Al momento de la evaluación, las praderas tenían 3 años de establecidas y una cobertura de 74 %. Previo a la evaluación se realizó un corte de uniformidad acorde a la intensidad evaluada para homogenizar las praderas. Posteriormente, el forraje se cosechó periódicamente cada 5 y 7 semanas, a intensidades de 10 y 20 cm. La evaluación se realizó sin fertilización y en condiciones de temporal, ya que es como los productores de la región manejan las praderas.

Determinación de rendimiento de materia seca y composición morfológica

Para determinar el rendimiento de materia seca, en cada tratamiento y repetición se cosechó el forraje en 1 m², inmediatamente se pesó en una balanza analítica (CQT 2601, ADAM®, USA) y se determinó el peso en materia verde (MV). Posteriormente, se tomó una submuestra de 200 g para determinar la composición morfológica, que consistió en separar cada componente de la planta: hoja, tallo, inflorescencia y materia muerta (cuando el componente presentaba más del 50 % del tejido clorótico). Los componentes morfológicos se depositaron en bolsas de papel tipo kraft y se colocaron en una estufa de aire forzado (OMS60, Thermo Scientific®, USA) a 55 °C por 72 h. Las muestras, una vez cumplido el tiempo de secado, fueron retiradas de la estufa y fueron pesadas en una balanza digital para determinar el peso en materia seca, para posteriormente determinar el rendimiento (t ha⁻¹).

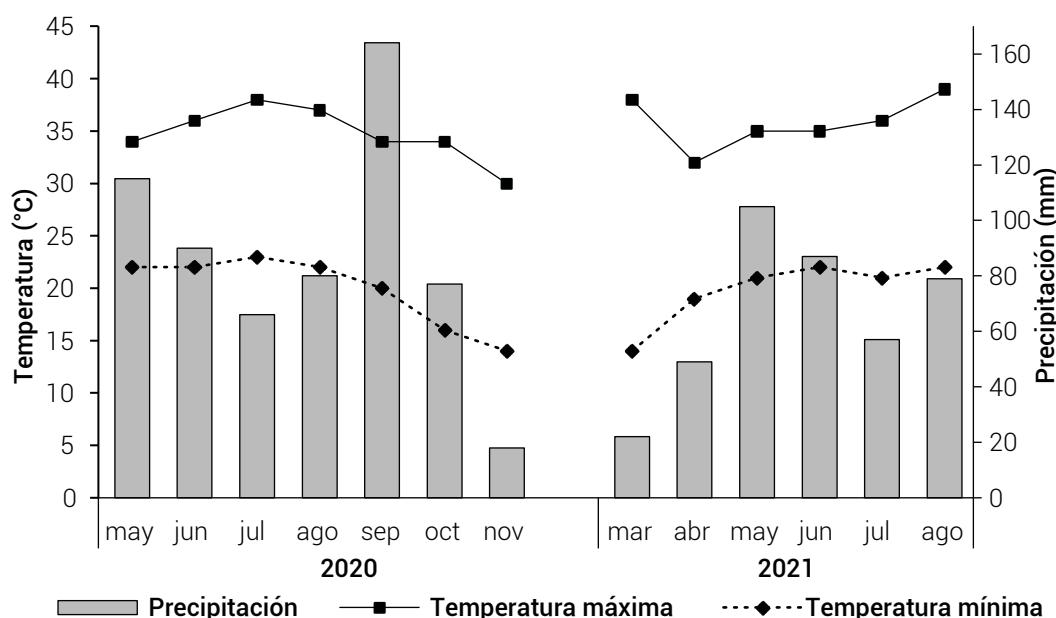


Figura 1. Temperatura y precipitación mensual acumulada durante el periodo de evaluación, Güémez, Tamaulipas, México.

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo del sitio experimental.

| pH | Nt | MO | Cat | P | K | Fe | Zn | Arena | Limo | Arcilla | RAS |
|-----|------|-----|------|------|---------------------|------|------|-------|------|---------|------|
| | | % | | | mg kg ⁻¹ | | | | % | | |
| 8.2 | 0.27 | 4.5 | 45.3 | 0.93 | 0.71 | 2.82 | 0.26 | 4.8 | 32.7 | 62.5 | 0.72 |

Nt: nitrógeno total, MO: materia orgánica, Cat: carbonatos totales, P: fósforo, K: potasio, Fe: hierro, Zn: zinc, RAS: Relación de adsorción de sodio.

Las muestras de forraje que se utilizaron para determinar el rendimiento de cada componente se mezclaron por tratamiento y se molieron, para posteriormente realizar los análisis químicos.

Variables respuesta

Las variables evaluadas fueron rendimiento (kg ha^{-1}) de materia seca de hoja (MSh), tallo (MSt), inflorescencia (Msin) y materia muerta (MSmm). Además, se determinó el contenido (g kg^{-1}) de proteína cruda (PC) (AOAC, 2000), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (LIG) (Van Soest *et al.*, 1991).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2002) en un diseño de bloques completos al azar en un arreglo factorial $2 \times 2 \times 2$ (híbrido \times intervalo \times intensidad), con tres repeticiones. Cuando se encontró diferencia estadística se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS

En este estudio se detectaron efectos significativos de los factores principales para todas las variables evaluadas; mientras que, las variables que presentaron interacciones fueron materia muerta, PC, FDN, FDA y LIG (Cuadro 2).

El híbrido Camello II presentó los mayores valores de rendimiento de hoja y materia muerta (17 y 46 %, respectivamente), en comparación con Camello I; sin embargo, este último tuvo el mayor contenido de PC (90 vs. 82 g kg^{-1}) (Cuadro 3). El rendimiento de forraje para la mayoría de los componentes morfológicos fue menor a intervalo corto (5 semanas) e intensidad severa (10 cm), en contraste a lo que sucedió a intervalo largo (7 semanas) e intensidad ligera (20 cm), cuyos valores fueron mayores (Cuadro 3). Respecto al valor nutritivo, el contenido de PC fue mayor y el valor de FDN menor a intervalo de 5 semanas. Cuando el forraje se cosechó a intensidad de 20 cm el contenido de PC fue menor, mientras que los valores de las fibras (FDN y FDA) fueron mayores (Cuadro 3).

Las interacciones de los tres factores evaluados (híbrido \times intervalo \times intensidad) para las variables de valor nutritivo (Cuadro 4) presentaron significancia estadística ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y $P \leq 0.001$). Los mayores rendimientos de los componentes morfológicos (hoja, tallo, inflorescencia y materia muerta) en ambos híbridos se obtuvieron a intervalos de 7 semanas e intensidades de 10 y 20 cm (Cuadro 4). Sin embargo, el mayor contenido de PC se presentó en Camello I (108 g kg^{-1}), seguido de Camello II (95 g kg^{-1}), al cosechar el forraje a 5 semanas y a 10 cm (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

La mayor acumulación de hoja, tallo e inflorescencia se debió al intervalo de corte más prolongado, lo cual permitió a la planta generar mayor área foliar y que ésta se constituyera, en su mayoría, por hojas maduras, lo que induce mayor tasa fotosintética y, por ende, mayor crecimiento y desarrollo de los componentes morfológicos (Yasuoka et al., 2018). En este sentido, la mayor acumulación de tallo a intervalo más prolongado reduce el valor nutritivo del forraje, debido a que el tallo es el componente morfológico que presenta menor contenido de proteína y mayor contenido de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (Rojas-García et al., 2018), lo cual reduce la digestibilidad del forraje (Rodrigues et al., 2021).

El comportamiento productivo observado en esta investigación, al variar el intervalo y la intensidad de corte, también ha sido reportado por Cruz-Sánchez et al. (2018) en el pasto Mulato II y Torres et al. (2020) en los híbridos Cayman y Cobra; en esta última investigación se obtuvieron diferencias entre los híbridos evaluados, al igual que en el presente estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación, en cuanto al contenido de proteína cruda, siguen un comportamiento similar a lo reportado por Cruz-Sánchez et al. (2018) y Torres et al. (2020), quienes obtuvieron mayores valores de PC a intervalos menos prolongados e intensidades severas. Lo anterior se debe a que al cosechar a intervalos menos prolongados, el forraje contiene mayor proporción de hoja respecto al tallo (Godina-Rodríguez et al., 2022) y en la hoja presenta mayor contenido de PC con relación al tallo (Rojas-García et al., 2018).

Por otra parte, los valores de PC en el híbrido Camello I obtenidos en la presente investigación son similares a los obtenidos por Cruz-Sánchez et al. (2018), quienes al evaluar el híbrido Mulato II a intensidad de 17-20 cm durante la época de lluvias obtuvieron valores de PC de 105 y 107 g kg^{-1} de MS, aún y cuando los intervalos de pastoreo fueron menos prolongados (3 y 5 semanas). A pesar de que el contenido de PC disminuyó al incrementar el intervalo e intensidad de corte, los valores obtenidos se consideran como adecuados para lograr mantener el crecimiento y desarrollo microbiano en el rumen, ya que se requiere un contenido mínimo de PC de 70 g kg^{-1} de MS para que los microorganismos del rumen sean eficientes y aprovechen la energía de los carbohidratos estructurales, como celulosa y hemicelulosa, que contienen los forrajes (Lazzarini et al., 2009).

En este estudio los valores mayores de FDN se obtuvieron al cosechar el forraje a intensidad de 20 cm, independientemente del intervalo de corte (Cuadro 4). Al respecto, se ha reportado que cosechar a intensidades de 22-25 cm el contenido de FDN del forraje es mayor (Cruz-Sánchez et al., 2018), así como a intervalos más prolongados (Da Silva et al., 2020). Caso contrario ocurre

Cuadro 2. Cuadros medios de la evaluación de híbridos de *Urochloa* a diferente intervalo e intensidad de corte.

| Fuente de Variación | GL | Hoja | Tallo | Inf | MM | PC | FDN | FDA | LIG |
|---------------------------|----|---------------|-------------|-------------|---------|----------|-----------|-----------|--------|
| Híbrido (H) | 1 | 75,488 ** | 1820 ns | 3128 * | 273 *** | 392 *** | 171 ns | 22 ns | 1 * |
| Intervalo (IV) | 1 | 1,285,288 *** | 254,822 *** | 132,908 *** | 551 *** | 715 *** | 1803 *** | 5 ns | 3 ** |
| Intensidad (IT) | 1 | 327,601 *** | 1926 ** | 9204 ** | 900 *** | 2223 *** | 11354 *** | 13776 *** | 92 *** |
| H \times IV | 1 | 25873 ns | 1488 ns | 113 ns | 222 ** | 92 * | 1 ns | 1190 *** | 15 *** |
| H \times IT | 1 | 7004 ns | 805 ns | 216 ns | 570 *** | 63 * | 2282 *** | 1998 *** | 9 *** |
| IV \times IT | 1 | 938 ns | 301 ns | 294 ns | 45 ns | 1 ns | 228 ns | 408 ** | 0 ns |
| H \times IV \times IT | 1 | 12881 ns | 18 ns | 60 ns | 77 * | 40 ns | 580 ** | 376 ** | 2 ** |
| CV (%) | | 12.8 | 18.5 | 19.5 | 20.4 | 3.7 | 1.1 | 1.4 | 1.2 |

GL: grados de libertad, Inf: inflorescencia, MM: materia muerta, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LIG: lignina, CV: coeficiente de variación, ns: diferencia no significativa, *, ** y ***: diferencias significativas a $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y $P \leq 0.001$, respectivamente.

Cuadro 3. Comparación de medias de los factores evaluados: híbridos de *Urochloa*, intervalo e intensidad de corte.

| Factor de estudio | Hoja | Tallo | Inf | MM | PC | FDN | FDA | LIG |
|-------------------|---------------------|-------|-------|------|------|--------------------|-------|------|
| | kg ha ⁻¹ | | | | | g kg ⁻¹ | | |
| Híbrido | | | | | | | | |
| Camello I | 657 b | 123 a | 130 a | 15 b | 90 a | 749 a | 413 a | 35 a |
| Camello II | 770 a | 140 a | 107 b | 22 a | 82 b | 744 a | 415 a | 35 a |
| Intervalo | | | | | | | | |
| 5 semanas | 482 b | 29 b | 44 b | 14 b | 92 a | 738 b | 414 a | 34 a |
| 7 semanas | 945 a | 235 a | 193 a | 23 a | 81 b | 755 a | 413 a | 35 a |
| Intensidad | | | | | | | | |
| 10 cm | 597 b | 123 a | 99 b | 12 b | 96 a | 725 b | 390 b | 33 b |
| 20 cm | 830 a | 141 a | 138 a | 25 a | 76 b | 768 a | 438 a | 37 a |

Inf: inflorescencia, MM: materia muerta, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LIG: lignina. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4. Efecto de la interacción híbrido de *Urochloa* × intervalo (IV) × intensidad (IT) de corte, en variables de rendimiento y valor nutritivo del forraje.

| Híbrido | IV | IT | Hoja | Tallo | Inf | MM | PC | FDN | FDA | LIG |
|------------|----|----|---------------------|-------|--------|-------|-------|--------------------|--------|------|
| | | | kg ha ⁻¹ | | | | | g kg ⁻¹ | | |
| Camello I | 5 | 10 | 388 e | 22 b | 39 c | 12 c | 108 a | 701 c | 378 e | 32 d |
| | | 20 | 529 de | 34 b | 68 c | 14 c | 87 bc | 780 a | 460 a | 38 a |
| | 7 | 10 | 727 bcd | 218 a | 188 ab | 15 c | 95 b | 734 c | 381 e | 32 d |
| | | 20 | 985 ab | 219 a | 225 a | 19 bc | 70 e | 781 a | 431 b | 36 b |
| Camello II | 5 | 10 | 355 e | 10 b | 17 c | 0 d | 95 b | 725 c | 392 de | 33 d |
| | | 20 | 656 cd | 49 b | 52 c | 28 ab | 76 de | 745 bc | 422 bc | 35 c |
| | 7 | 10 | 917 abc | 241 a | 152 b | 22 bc | 85 cd | 739 c | 407 cd | 35 c |
| | | 20 | 1151 a | 262 a | 207 ab | 38 a | 72 e | 766 ab | 437 b | 38 a |

Inf: inflorescencia, MM: materia muerta, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LIG: lignina. Medias con letras iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

al disminuir el intervalo e intensidad de corte, debido a que se presenta menor proporción de tallo (Godina-Rodríguez et al., 2022).

Lo anterior se debe a que al cosechar a intervalos menos prolongados e intensidad severa, el componente morfológico que más aporta al rendimiento es la hoja, por consiguiente, el forraje contiene menor cantidad de FDN, FDA y LIG (Chapman et al., 2014; Garay et al., 2020), lo que hace más digestible al forraje (Da Silva et al., 2020). Sin embargo, Cruz-Sánchez et al. (2018), al evaluar el híbrido Mulato II a intervalos de 21 y 28 días a intensidades de 17-20 (severa) y 22-25 (ligera), no obtuvieron diferencias en cuanto al contenido de FDA entre intervalos e intensidades

de pastoreo. Lo anterior puede ser atribuido a que la diferencia entre alturas de pastoreo fue de 5 centímetros, mientras que en la presente investigación la diferencia entre las alturas de corte fue de 10 cm.

Respecto a lo anterior, Valles et al. (2016) mencionan que a edades más prolongadas de corte, el contenido de pared celular es mayor que el contenido celular; por ende, es evidente obtener mayores contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina, ya que se relaciona con una menor digestibilidad del forraje. De acuerdo con Molina et al. (2015), los forrajes con mayor contenido de pared celular (FDN, FDA y LIG) limitan la ingesta de materia seca y disminuyen la degradación de esta por parte del

animal. Esto trae como consecuencia la disminución de la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos en el rumen y de la proteína microbiana en el rumen para el animal (Church et al., 2007); además, se disminuye la producción de ácidos grasos volátiles y se incrementa la emisión de metano, lo cual se traduce en pérdida de energía por parte del animal (Holguín et al., 2020). Lo anterior conlleva a la disminución de la productividad en los sistemas de producción pecuaria.

CONCLUSIONES

La intensidad y frecuencia de corte modificaron la composición morfológica y los contenidos de PC, FDN, FDA y LIG en los híbridos Camello I y Camello II. La mayor acumulación de hoja, tallo e inflorescencia se obtuvo al cosechar a intervalo de 7 semanas, mientras que los valores menores de FDN, FDA y LIG se obtuvieron a intensidad de 10 cm. Por lo cual, independientemente del híbrido evaluado en este estudio, al cosechar el forraje a intervalos de 7 semanas y a intensidades de 10 cm se obtiene el mayor rendimiento de forraje y valor nutritivo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT), por la beca otorgada al primer autor. A la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por las facilidades para llevar a cabo esta investigación. Al Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por facilitar sus instalaciones para realizar los análisis químicos. Al Grupo Papalotla S. A. de C. V., por proporcionar la semilla de los cultivares de pasto para realizar esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (2000) Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. USA. 2000 p.
- Avellaneda A., F. Cabezas, G. Quintana, R. Luna, O. Montañez, I. Espinoza, ... y E. Pinargote (2008) Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Revista Ciencia y Tecnología* 1:87-94.
- Bautista-Martínez Y., L. Granados-Zurita, S. Joaquín-Cancino, M. Ruiz-Albarrán, J. R. Garay-Martínez, F. Infante-Rodríguez y L. D. Granados Rivera (2020) Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México. *Nova scientia* 12:1-22, <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>
- Chapman D. F., J. M. Lee and G. C. Waghorn (2014) Interaction between plant physiology and pasture feeding value: a review. *Crop and Pasture Science* 65:721-734, <https://doi.org/10.1071/CP13379>
- Church D. C., W. G. Pond y K. R. Pond (2007) Fundamentos de nutrición y alimentación animal. Limusa Wiley. México. 635 p.
- Cruz-Sánchez O. E., A. Cruz-Hernández, A. Gómez-Vázquez, A. J. Chay-Canul, S. Joaquín-Cancino, E. De la Cruz-Lázaro, ... y A. Hernández-Garay (2018) Producción de forraje y valor nutritivo del pasto mulato II (*Brachiaria* híbrido 36087) a diferente régimen de pastoreo. *Agroproductividad* 11:18-23.
- Da Silva H. M. S., J. M. B Vendramini, F. C. L. de Oliveira, C. V. S. Filho, M. Kaneko, M. L. Silveira, ... and J. K. Yarborough (2020) Harvest frequency effects on herbage characteristics of 'Mavuno' brachiariagrass. *Crop Science* 60:1113-1122, <https://doi.org/10.1002/csc2.20046>
- Garay J. R., B. Estrada, Y. Bautista, A. Bernal-Flores, S. I. Mendoza, J. C. Martínez, ... and S. Joaquín (2020) Forage yield and quality of buffel H-17 and *Urochloa* hybrids at different regrowth ages under semi-arid conditions. *Grassland Science* 66:277-284, <https://doi.org/10.1111/grs.12278>
- Garay Martínez J. R., S. Joaquín-Cancino, B. Estrada-Drouaillet, J. C. Martínez-González, B. Joaquín-Torres, A. G. Limas-Martínez y J. Hernández-Meléndez (2018) Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5:573-581, <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>
- Godina-Rodríguez J. E., S. Joaquín-Cancino, B. Estrada-Drouaillet, J. R. Garay-Martínez, A. G. Limas-Martínez y Y. Bautista-Martínez (2022) Forage yield of *Urochloa* grass cv Camello I and II at different cutting frequencies and intensities. *Agroproductividad* 15:87-93, <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i7.2315>
- Hare M. D. (2023) Herbage yield and quality of 12 *Urochloa* cultivars and lines in Northeast Thailand. *Tropical Grasslands* 11:121-130, [https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)121-130](https://doi.org/10.17138/tgft(11)121-130)
- Hernández-Sánchez L., Y. Villegas-Aparicio, J. C. Carrillo-Rodríguez, A. Gómez-Vázquez, J. R. Enríquez-Del Valle, S. Lozano-Trejo y A. Hernández-Garay (2018) Efecto de Biofertilizantes Microbianos en el crecimiento de *Brachiaria brizantha* (Trin) Griseb. *Agroproductividad* 11:76-81.
- Holguín V. A., M. Cuchillo-Hilario, J. Mazabel, S. Quintero y J. Mora-Delgado (2020) Efecto de la mezcla ensilada de *Pennisetum purpureum* y *Tithonia diversifolia* sobre la fermentación ruminal *in vitro* y su emisión de metano en el sistema RUSITEC. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11:19-37, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4740>
- Lazzarin I., E. Detmann, C. B. Sampaio, M. F. Paulino, S. C. V. Filho, M. A. de Souza and F. A. Oliveira (2009) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:2021-2030, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001000024>
- López G., J. Nuñez, L. Aguirre y E. Flores (2018) Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 29:396-409, <https://doi.org/10.15381/ritep.v29i2.14494>
- Maass B. L., C. A. O. Midega, M. Mutimura, V. B. Rahetlah, P. Salgado, J. M. Kabirizi, ... and I. M. Rao (2015) Homecoming of *Brachiaria*: Improved hybrids prove useful for African animal agriculture. *East African Agricultural and Forestry Journal* 81:71-78, <https://doi.org/10.1080/00128325.2015.1041263>
- Molina I. C., G. Donney's, S. Montoya, J. E. Rivera, G. Villegas, J. Chará y R. Barahona (2015) La inclusión de *Leucaena leucocephala* reduce la producción de metano de terneras Lucerna alimentadas con *Cynodon plectostachyus* y *Megathyrsus maximus*. *Livestock Research for Rural Development* 27:1-8, <http://www.lrrd.org/lrrd27/5/mol27096.html>
- Nava-Berumen C. A., R. Rosales-Serna, F. O. Carrete-Carreón, R. Jiménez-Ocampo, P. A. Domínguez-Martínez y O. Reyes-Estrada (2018) Productividad y calidad de forraje de pastos cultivados durante la época seca en Durango, México. *Agrociencia* 52:803-816.
- Rodrigues L. F., J. M. B. Vendramini, A. C. Dos Santos, J. C. B. Dubeux, F. R. C. Miotto, L. F. Sousa and N. M. Alencar (2021) Canopy characteristics of 'Mavuno' hybrid brachiariagrass and 'Marandu' palisadegrass harvested at different harvest intensities. *Tropical Grasslands* 9:249-255, [https://doi.org/10.17138/TGFT\(9\)249-255](https://doi.org/10.17138/TGFT(9)249-255)
- Rojas-García A. R., N. Torres-Salado, M. Á. Maldonado-Peralta, P. Sánchez-Santillán, A. García-Balbuena, S. I. Mendoza-Pedroza, ... y A. Hernández-Garay (2018) Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad* 11:34-38.
- SAS, Statistical Analysis System (2002). The SAS 9.1 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

- Torres N., M. Moctezuma, A. R. Rojas, M. Á. Maldonado, A. Gómez y P. Sánchez (2020) Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11:35-46, <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>
- Valles B., E. Castillo y H. Bernal (2016) Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7:141-158.
- Van Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 74:3583-3597, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vargas T. V., R. M. E. Hernández, L. J. Gutiérrez, D. C. J. Plácido y C. A. Jiménez (2007) Clasificación climática del Estado de Tamaulipas. *Ciencia UAT* 2:15-19.
- Yasuoka J. I., C. G. S. Pedreira, V. J. da Silva, M. P. Alonso, L. S. da Silva and F. J. Gomes (2018) Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiaria grass pastures. *Grass and Forage Science* 73:183-192, <https://doi.org/10.1111/gfs.12302>

