







## Rendimiento y valor nutritivo de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México

### Yield and nutritional value of hybrid *Urochloa* grasses in the dry tropics of Mexico

María de los Ángeles Maldonado-Peralta<sup>1</sup> , Herminio Aniano-Aguirre<sup>2</sup> , Adelaido Rafael Rojas-García<sup>3\*</sup> , Iván Antonio García-Montalvo<sup>4</sup> , Santo Ángel Ortega-Acosta<sup>5</sup> , Jaime Martínez-Vázquez<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, CP. 41800. Campus Cruz Grande, Guerrero, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Pinotepa, CP. 71602. Pinotepa Nacional, Oaxaca, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, CP. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

<sup>4</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e Investigación, CP. 68030. Oaxaca, México.

<sup>5</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, CP. 40020. Iguala de la Independencia, Guerrero, México

\*Autor de correspondencia: rogarcia@uagro.mx

#### Artículo científico

Recibido: 05 de marzo 2024

Aceptado: 25 de noviembre 2024

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y proteína de pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 (híbridos de *Urochloa*) en frecuencias de corte en el trópico seco. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de forraje total y por componentes, radiación interceptada, altura de la planta, relación hoja:tallo, tasa de crecimiento, composición morfológica y proteína cruda (PC) por componente. Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, el procedimiento utilizado fue PROC GLM de SAS. El rendimiento mayor de materia seca total se obtuvo a los 49 días después del corte en los pastos Mulato II y Convert 330 con 5 450 y 3 900 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente y en el pasto Convert 431 fue en el día 56 con 3 000 kg ha<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). El componente hoja fue el que mayor contenido de PC obtuvo en los tres pastos y a los 14 días se presentó el mayor valor (24%, en promedio;  $p < 0.05$ ); mientras que a los 56 días se obtuvo el menor contenido de PC en hoja (13%,  $p < 0.05$ ). En conclusión, el rendimiento de materia total, radiación interceptada, tasa de crecimiento aumentó con la frecuencia de corte hasta un punto máximo y posteriormente declinó, mientras que el contenido de PC en hoja y tallo disminuyó conforme transcurrió el tiempo de evaluación, por lo tanto, se recomienda sembrar en la región el pasto Mulato II.

**Palabras clave:** Forraje, proteína cruda, edad de rebrote, composición morfológica, análisis de crecimiento.

**ABSTRACT.** The objective of this study was to evaluate the yield and protein of Mulato II, Convert 330 and Convert 431 grasses (*Urochloa* hybrids) at cutting frequencies in the dry tropics. The variables evaluated were: total forage yield and by components, intercepted radiation, plant height, leaf:stem ratio, growth rate, morphological composition and crude protein (CP) by component. The data were analyzed using a completely randomized block design with a split plot arrangement and four repetitions; the procedure used was PROC GLM from SAS. The highest yield of total dry matter was obtained 49 days after cutting in the Mulato II and Convert 330 pastures with 5 450 and 3 900 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, and in the Convert 431 pasture it was on day 56 with 3 000 kg ha<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). The leaf component was the one with the highest CP content in the three grasses and after 14 days the highest value was presented (24%, on average;  $p < 0.05$ ); while at 56 days the lowest PC content was obtained in the leaf (13%.  $p < 0.05$ ). In conclusion, the yield of total matter, intercepted radiation, growth rate increased with the cutting frequency up to a maximum point and subsequently declined, while the CP content in leaf and stem decreased as the evaluation time passed, therefore, it is recommended to sow Mulato II grass in the region.

**Keywords:** Forage, crude protein, regrowth age, morphological composition, growth analysis.

**Como citar:** Maldonado-Peralta M de los A, Aniano-Aguirre H, Rojas-García AR, García-Montalvo IA, Ortega-Acosta SA, Martínez-Vázquez J (2024) Rendimiento y valor nutritivo de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. IV: e4032. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4032.

## INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad de los sistemas ganaderos exige adaptarse y hacer frente al cambio climático, buscando alternativas que mejoren la producción y utilizando tecnologías biológicas disminuyan el impacto ambiental, la producción de forrajes y pastos son excelente opción por la alta proteína con un promedio de 18% (Rojas *et al.* 2024) y utilizan el 80% de los suelos agrícolas y el 8% de agua (Steinfeld *et al.* 2006, Morales *et al.* 2016). La exigencia de alimentos a nivel mundial por la creciente población, demanda cambios en el ámbito agropecuario; tanto que, para el 2050 la producción debe aumentar un 60%, utilizando áreas que ya están en uso, siendo más eficientes y utilizando menos recursos naturales (Gerber *et al.* 2013).

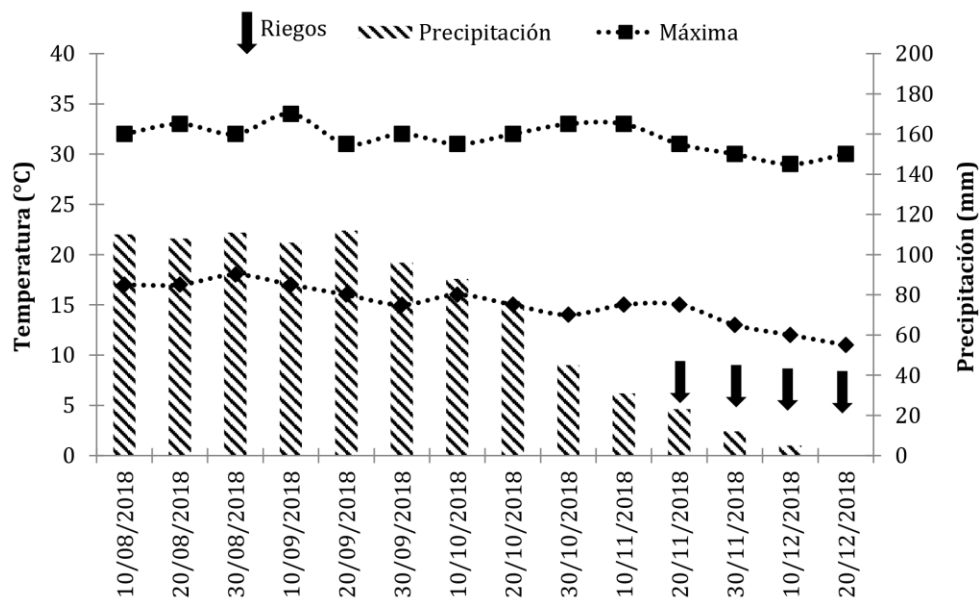
El uso de paquetes tecnológicos basado en el mejoramiento genético de las especies de gramíneas nativas; ha permitido emplear nuevas variedades o genotipos con mejor producción (Maldonado *et al.* 2019, Aguirre *et al.* 2022) y contenidos de proteína superiores al 15% (Rojas *et al.* 2018, Rojas *et al.* 2024); que sean alternativas para los periodos de estiaje, donde la disponibilidad de los forrajes nativos disminuye drásticamente, habiendo pérdidas en ganancia de peso, producción de leche, así como la erosión del suelo (Barahona *et al.* 2014, Mayren *et al.* 2018, Torres *et al.* 2020).

Las especies forrajeras, logran mayor producción de biomasa y persistencia cuando se cultivan donde las temperaturas son óptimas (Muñoz *et al.* 2016); además, está demostrado que los pastos con mayor eficiencia en el desarrollo tienen mejor calidad nutrimental (Cid *et al.* 2008, Torres *et al.* 2020). Estudios demuestran que en los híbridos de *Urochloa* (antes *Brachiaria*) el contenido de proteína cruda oscila entre 7 y 22% (Rojas *et al.* 2024), dependiendo de las condiciones de ambientales (precipitación, temperatura, radiación, suelo, entre otras) y de manejo (fertilización, riego, época de cosecha, entre otras), además es común que en todas las especies forrajeras conforme aumenta la edad, los contenidos nutrimentales se reducen (Gómez *et al.* 2000, Pérez y Afanador 2017). Al respecto Rojas *et al.* (2018) al evaluar el pasto Cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) reportaron a los 35 días de rebrote, a una intensidad de 15 cm un rendimiento de 1 200 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca en hoja, con 21% de proteína cruda. El valor nutritivo también aumenta cuando las plantas desarrollan en las condiciones adecuadas, durante la época de lluvia las braquiarias fertilizadas con Nitrógeno aumentan considerablemente hasta un 50% de altura (Fagundes *et al.* 2006, Pérez y Afanador 2017, Rojas *et al.* 2024), elongación de entrenudos, aumento en la tasa de aparición de hojas y por tanto mejor cobertura del suelo (Ramírez *et al.* 2020, Aguirre *et al.* 2022). Por lo tanto, se requiere de investigaciones en especies mejoradas que generen alternativas sostenibles para mantener la productividad de los sistemas ganaderos; debido a que, la baja producción se asocia al manejo ineficiente de la materia seca disponible en las pasturas (Rojas *et al.* 2018). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de materia seca total y por componente y características de calidad de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 (*Urochloa* híbridos) en diferentes estadios de corte, en el trópico seco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El ensayo se realizó de agosto a diciembre del 2018 en la unidad experimental del Instituto Tecnológico de Pinotepa, ubicado en el kilómetro 26 de la carretera Pinotepa Nacional, Oaxaca - Acapulco, Guerrero al sur de la población de San José Estancia Grande, Oaxaca (16° 21' 35.55" LN y 98° 14' 59.51" LO, a 60 msnm). De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, presenta un clima Awo, que corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (García 2004). La temperatura máxima se registró en el mes de septiembre con un promedio de 34 °C, mientras que la mínima fue en diciembre con 11.5 °C, por otra parte, la mayor precipitación se registró en los meses de agosto, septiembre y octubre con un acumulado de 924 mm y se realizaron riegos a capacidad de campo cada 3 días en los meses de noviembre y diciembre por la disminución de la precipitación dando 10 riegos con una lámina neta de 511 mm (Figura 1).



**Figura 1.** Temperatura mínima, máxima, precipitación acumulada y riegos en el periodo de la investigación.

### Establecimiento y manejo de las praderas

Se evaluaron tres híbridos de *Urochloa*: Mulato II, Convert 330 y Convert 431. El establecimiento de las praderas se realizó el 15 de agosto de 2018, con 8 kg ha<sup>-1</sup> de semilla pura viable. Se sembraron cuatro parcelas de 10 × 5 m, estas a su vez se dividieron en ocho áreas de 2.5 × 2.5 m, con la finalidad de evaluar el análisis de crecimiento. La siembra fue a una distancia entre surcos de 50 cm y entre plantas de 20 cm. El suelo tiene una textura arcillo-arenosa con un pH 4.8 a 5.0 y deficiente en materia orgánica con 2.5%. La maleza se controló de forma manual con ayuda de azadón, se realizaron dos fertilizaciones nitrogenadas con urea (46-00-00) por ser la que utilizan en la región, la primera se hizo el 28 de septiembre y la segunda fue el 17 de octubre de 2018 con una dosis cada una de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Antes de iniciar los análisis de crecimiento el 20 de octubre de 2018 se realizó un corte de homogenización a una altura de 10 cm en todas las parcelas experimentales.

## Variables evaluadas

### Acumulación de forraje total y por componente

Después del corte de uniformización, cada siete días se cortó al azar el forraje (dejando 10 cm de altura residual) presente en dos cuadrados 50 × 50 cm en cada parcela experimental; el forraje se separó en sus componentes hoja, tallo y material senescente, posteriormente, se depositó en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante, registrando el peso y posteriormente haciendo la conversión en kg ha<sup>-1</sup>.

Para determinar la radiación interceptada se tomaron al azar cinco lecturas por parcela experimental un día previo a cada corte, de acuerdo al método del metro de madera descrito por Rojas *et al.* (2016) expresándose en porcentaje (%). La altura de planta se tomó cada siete días midiendo la altura promedio por planta, tomando al azar 20 lecturas en cada parcela experimental en centímetros, con una regla graduada de 100 cm y se tomó en cuenta la altura en el componente morfológico con mayor altura. La composición morfológica de las muestras para el rendimiento de materia seca se tomó el 20% para evaluar la composición morfológica expresándose en %, mediante la separación de los componentes hoja, tallo y material senescente; cada componente se depositó en bolsas de papel etiquetado y en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta que las muestras obtuvieron peso constante. La relación hoja:tallo se obtuvo con el peso de hoja y tallo que se utilizó para rendimiento de materia seca, en las diferentes frecuencias de corte, dividiendo la hoja entre el tallo. Mientras que la tasa de crecimiento se obtuvo con los resultados de rendimiento de materia seca total dividiendo entre los días de rebrote en las diferentes frecuencias de corte como lo reporta Rojas *et al.* (2016). De la muestra de composición morfológica se obtuvo por separado la hoja, tallo y planta completa de cada muestra se analizaron por triplicado y se determinó el contenido de proteína cruda (AOAC 2005).

### Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, el procedimiento utilizado fue PROC GLM de SAS (2011), donde los efectos de frecuencia de corte se consideraron como fijos y un análisis de regresión lineal para cada variable. La comparación múltiple de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS

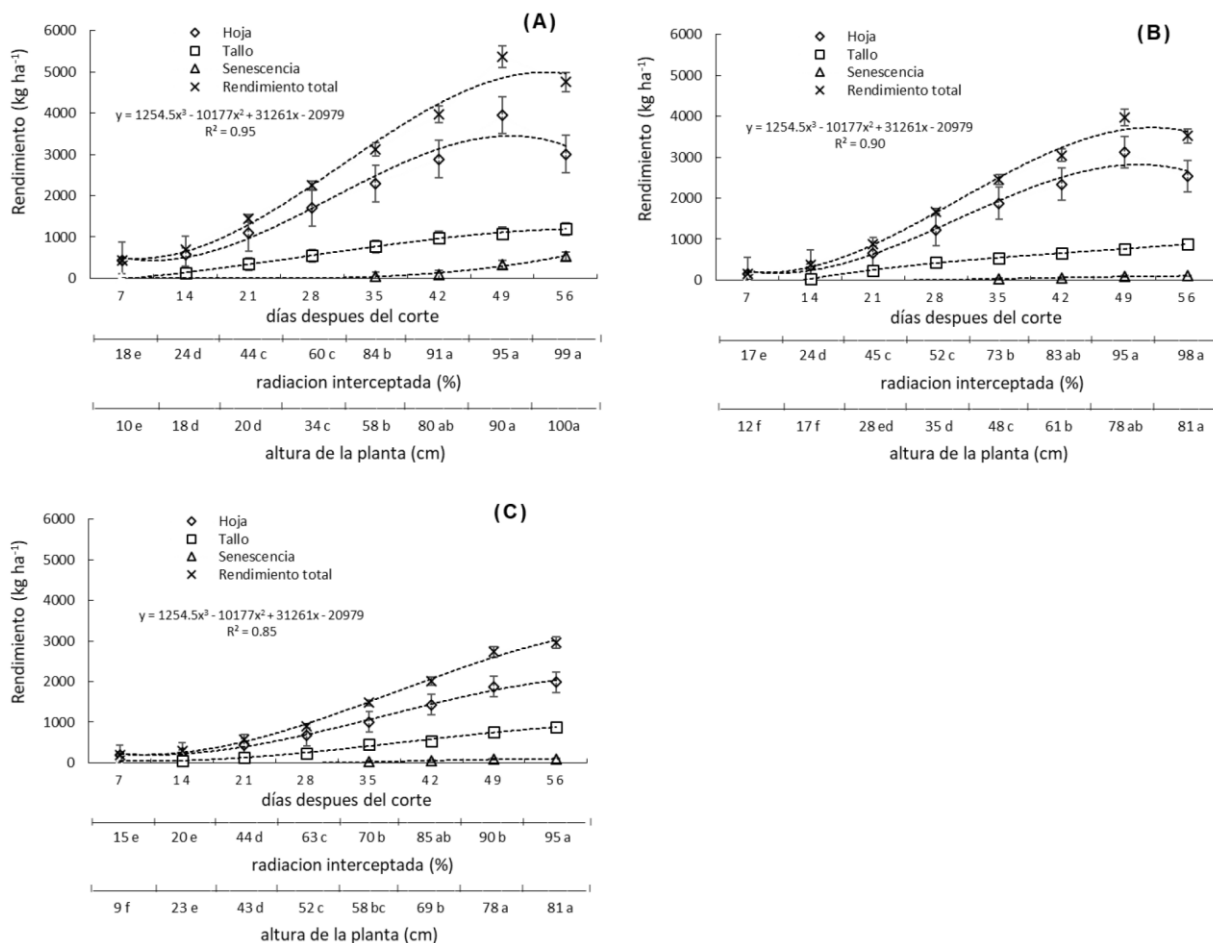
### Acumulación de forraje total y por componente

El rendimiento de materia seca total y por componente se observa en la Figura 2 de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 al variar el corte. En general el rendimiento fue lento del corte a 7 a 21 días y después acelerado de 28 a 49 días para posteriormente disminuir en el corte a 56 días. El mayor rendimiento de materia seca total se obtuvo a los 49 días después del corte en los pastos Mulato II y Convert 330 con 5 450 y 3 900 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente y en el pasto Convert 431 fue en el día 56 con 3 000 kg ha<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). El mayor rendimiento de hoja se observó a los 49 días en el pasto Mulato II, Convert 330 y Convert 431 con 3 900, 3 000 y 2 000 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente ( $p < 0.05$ ). El componente tallo apareció a los 14 días y aumentó conforme

transcurrió el periodo de evaluación hasta llegar a los 56 días, donde se presentó el mayor rendimiento el pasto Mulato II seguido de Convert 431 y Convert 330 con 1 050, 945 y 900 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente ( $p \leq 0.05$ ). La senescencia foliar inició a partir de los 35 d, teniendo el mayor rendimiento el pasto Mulato II, a los 56 días con 400 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente ( $p \leq 0.05$ ).

### Radiación interceptada y altura de la planta

En la Figura 2 se observa la radiación interceptada y altura de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 al variar la frecuencia de corte. Conforme aumentó la frecuencia de corte incrementó la radiación interceptada y la altura en los tres pastos hasta alcanzar un punto máximo a los 56 días de corte ( $p < 0.05$ ). La mayor radiación interceptada se reportó con el 98% en la frecuencia de corte de 56 días en los pastos Mulato II y Convert 330 mientras que en Convert 431 se reportó a los 56 días con el 95% de radiación interceptada ( $p < 0.05$ ). La mayor altura de la planta se reportó a los 56 días en el pasto Mulato II, Convert 330 y Convert 431 con 100, 81 y 81 cm, respectivamente ( $p < 0.05$ ).

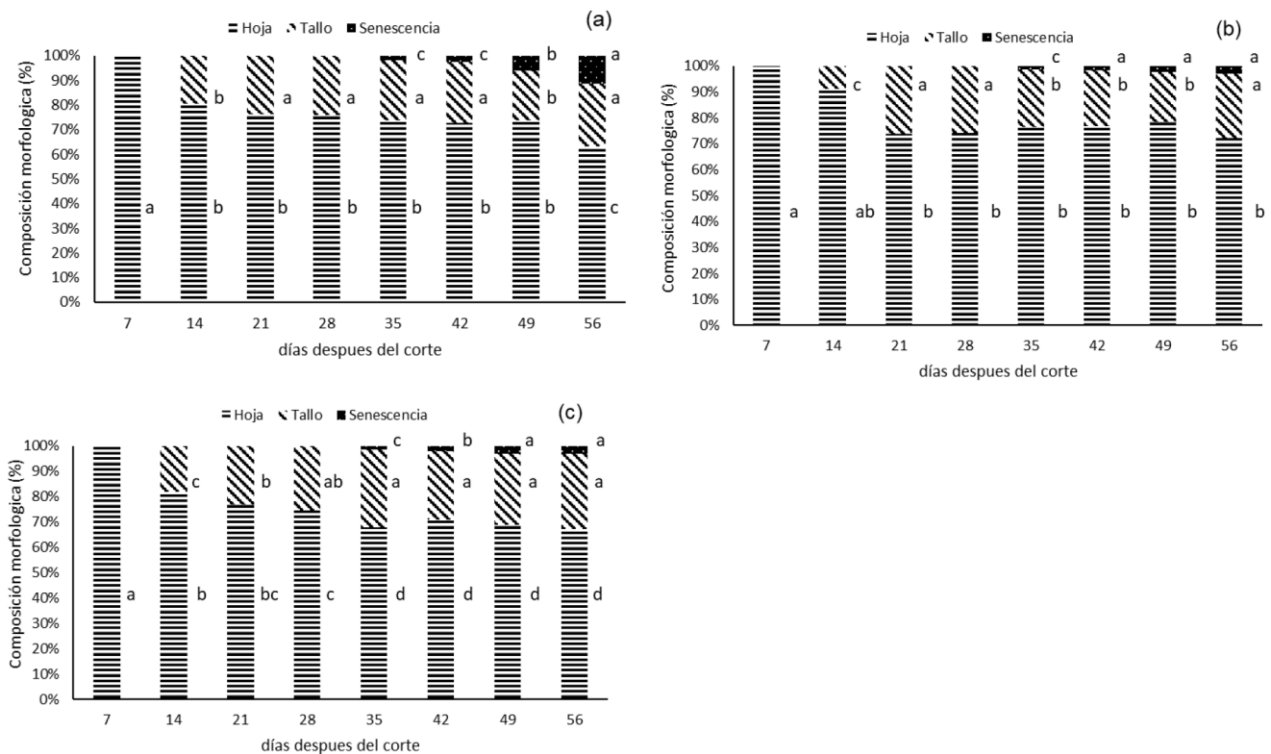


**Figura 2.** Rendimiento total y por componente (kg ha<sup>-1</sup>), radiación interceptada (%) y altura de la planta (cm) de los pastos Mulato II (A), Convert 330 (B) y Convert 431 (C) de *Urochloa* híbrido en diferentes cortes; I = error estándar; abc: Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera no son diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).



### Composición morfológica

La composición morfológica de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 al variar los cortes se observan en la Figura 3. Independientemente del pasto en el corte al día 7 se observó mayor porcentaje de hoja con un promedio de 100%; sin embargo, a partir del día 14 al 56 después del corte de homogenización tendió a aumentar el tallo entre 20 a 30% y disminución de la hoja entre 80 y 70%, respectivamente ( $p < 0.05$ ). Por otra parte, el pasto Convert 330 obtuvo la mayor senescencia en el día 56 después del corte con 13% y los valores menores se presentaron en los pastos Mulato II y Convert 431, teniendo el aporte a partir de la frecuencia de corte de 35 a 56 días con un promedio de 3% de senescencia ( $p = 0.05$ ).

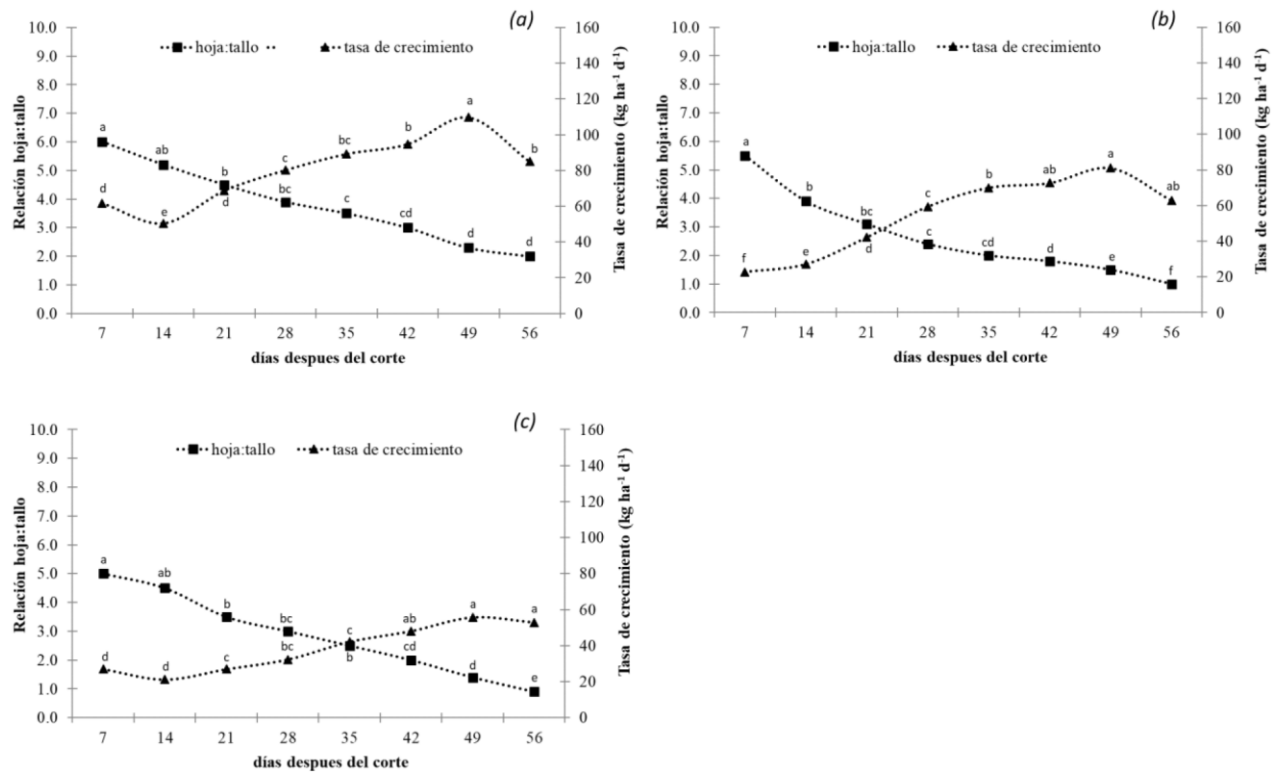


**Figura 3.** Composición morfológica (%) de pastos Mulato II (A), Convert 330 (B) y Convert 431 (C) de *Urochloa* híbrido en diferentes cortes; abc: Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera no son diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

### Relación hoja:tallo y tasa de crecimiento

La relación hoja:tallo y tasa de crecimiento de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 al variar la frecuencia de corte se observan en la Figura 4. En lo que respecta a la relación hoja:tallo en las primeras frecuencias de corte se obtuvo la relación hoja:tallo mayor, independientemente del pasto y disminuyó conforme transcurrió el tiempo de evaluación. El pasto que obtuvo la mayor relación hoja:tallo fue Mulato II con 6 a los 7 días después del corte y Convert 330 y Convert 431 presentaron los valores menores, 0.9 en promedio ( $p < 0.05$ ). Las tasas de crecimiento de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 al variar el intervalo de corte se observa en la Figura 4. Existió un crecimiento conforme aumentó la edad de rebrote hasta alcanzar un punto máximo en todos los pastos. La mayor tasa de crecimiento se obtuvo a los 49 días en los tres pastos con 110, 83 y 60 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de MS para Mulato II, Convert 330 y Convert 431, respectivamente ( $p < 0.05$ ). Mientras

que Convert 431 presentó la menor tasa de crecimiento, 20 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de MS a los 14 días después del corte ( $p < 0.05$ ).



**Figura 4.** Tasa de crecimiento (kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y relación hoja:tallo de los pastos Mulato II (A), Convert 330 (B) y Convert 431 (C) de *Urochloa* híbrido en diferentes cortes; abc: Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera no son diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

### Proteína

En la Tabla 1 se observa el contenido de proteína cruda de hoja, tallo y planta completa de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 sembrados en el trópico seco de México. El contenido de proteína disminuyó conforme avanzó el periodo de evaluación en los tres pastos ( $p < 0.05$ ). El componente hoja fue el que mayor contenido de proteína cruda obtuvo en los tres pastos, reportando en el día 14 el mayor valor, con un promedio de 24% ( $p < 0.05$ ). A los 56 días se obtuvo el menor valor de proteína cruda en hoja con 13% ( $p < 0.05$ ). El componente tallo mostró el mayor valor de PC a los 28 días con un promedio de los tres pastos de 17% de PC ( $p < 0.05$ ). Por último, el mayor valor de PC en planta entera la obtuvo el pasto Convert 330 y Mulato II con 16% de proteína cruda y menor el pasto Convert 431 con 15% de proteína cruda ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 1.** Proteína cruda (%) en hoja, tallo y planta entera de los pastos Mulato II, Convert 330 y Convert 431 del género *Urochloa* en diferentes cortes.

Pastos	Días después del corte					Promedio
	14	28	42	49	56	
Hoja						
Mulato II	23aB	19bA	17bB	14cB	14cA	17A
Convert 330	25aA	17bB	18bA	13cC	12dB	17A
Convert 431	23aB	18bB	15cC	15cA	14dA	16B
Promedio	24a	18b	16c	14d	13d	
Tallo						
Mulato II	--	17aB	15bB	12cA	9dB	13B
Convert 330	--	18aA	16bA	12cA	10dA	14A
Convert 431	--	17aB	14bC	12cA	11dA	13AB
Promedio	--	17a	15b	12c	10d	
Planta entera						
Mulato II	23aB	18bA	16cB	13dAB	11.5eB	16AB
Convert 330	25aA	18bB	17bA	13cB	11dB	16A
Convert 431	23aB	17bB	15cC	14cA	12dA	15C
Promedio	24a	18b	16c	13d	13d	

abc: Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera y misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

### Acumulación de forraje total y por componente

Tendencias similares a las de esta investigación reportan varios investigadores en análisis de crecimiento de diferentes gramíneas tropicales donde el mayor rendimiento lo obtienen entre los 49 y 56 días después del corte tendiendo a disminuir posteriormente (Rueda *et al.* 2016, Aguirre *et al.* 2022, Rojas *et al.* 2024). El mayor rendimiento reportado podría deberse a la tendencia de crecimiento que tienen las gramíneas a un crecimiento lento, acelerado y con tendencia a disminuir como lo consignan Cruz *et al.* (2017). Mientras que Rojas *et al.* (2018) al realizar un ensayo en el pasto Cobra (*Urochloa* híbrido) obtuvieron el mayor rendimiento de materia seca a los 56 días a una intensidad de defoliación 15 cm con 2550 kg ha<sup>-1</sup>, relacionados en esta investigación con los pastos Convert 330 y Convert 431.

Los cambios en la proporción de hoja, tallo y material senescente son variables y están influenciados por la época del año y la edad a la que se cosecha el forraje (Rojas *et al.* 2016, Maldonado *et al.* 2019). Por otra parte, en las etapas fisiológicas avanzadas se incrementa el rendimiento de tallo, senescencia e inflorescencia, disminuyendo la cantidad de hoja, debido en parte por la translocación de nutrientes desde las hojas que resulta en la senescencia (Juskiw *et al.*



2000). Varios trabajos reportan mayor senescencia a mayor tiempo de rebrote por estar abajo del punto de compensación de la luz hasta que continuamente las hojas mueren como sucedió en esta investigación (Rojas *et al.* 2018, Maldonado *et al.* 2019, Rojas *et al.* 2024), iniciando la senescencia a los 35 días y aumentando continuamente hasta los 56 días.

### **Radiación interceptada y altura de la planta**

El pasto Mulato II y Convert 431 alcanzaron el 95% de radiación a los 49 días después del corte, mientras que en el pasto Convert 431 se alcanzó a los 56 días, momento óptimo de corte (Da-Silva e Nascimento 2007, Da-Silva y Hernández 2010) ya que es cuando se encuentra las mejores características estructurales de la pradera, mayor calidad y altura de la pradera. La radiación interceptada óptima se alcanza cuando la densidad de plantas sea competitiva (Mattera *et al.* 2013, Rojas *et al.* 2016), frecuencia e intensidad de corte y las condiciones ambientales adecuadas durante su crecimiento. La mayor radiación se encontró a mayor frecuencia de corte a los 56 días en pasto Mulato II y Convert 330 con el 99% de radiación interceptada, lo cual se observa la tendencia de disminución de hoja y aumento de tallo y senescencia sustentado por otros investigadores (Calzada *et al.* 2014, Rojas *et al.* 2018, Maldonado *et al.* 2019, Rojas *et al.* 2024). Por otra parte, Godina-Rodríguez *et al.* (2023) reportaron la altura de corte en pastos híbridos de *Urochloa* similares en estos pastos y obtuvieron un aumento de altura aunado a mayor rendimiento de materia seca y radiación interceptada hasta un punto determinado similar a los resultados de esta investigación.

### **Composición morfológica**

En la composición morfológica López-Zerón *et al.* (2021) al evaluar el pasto *Panicum maximum* cv. Tanzania en diferentes fertilizaciones orgánicas y química reportaron mayor porcentaje de hoja cuando se fertiliza de manera orgánico en promedio 80% a los 50 días con una tendencia en disminuir hasta el corte a día 95 con 35% de hoja; caso contrario reportan el porcentaje del componente tallo menor al inicio de la curva de crecimiento y mayor en los últimos cortes como se refleja en esta investigación. Por otra parte, Torres *et al.* (2020) al evaluar pastos híbridos de *Urochloa* comparados con pasto estrella reportan una variabilidad en los porcentajes de los componentes morfológicos de hoja, tallo; ellos consignan que depende el resultado de la frecuencia e intensidad de corte, sin embargo, los pastos híbridos mostraron mayor hoja y menor el pasto estrella.

### **Relación hoja:tallo y tasa de crecimiento**

La relación hoja:tallo es un parámetro de calidad de los forrajes, sin embargo, cambia en función de la edad de rebrote y las condiciones ambientales (Torres *et al.* 2020). Mientras que Aguirre *et al.* (2022) en pastos de *Urochloa* reportan valores similares a los encontrados en este estudio, con un valor máximo para la relación hoja:tallo de 5.3 a los 7 días y un mínimo de 1.9 a los 56 días de rebrote. En tanto que Rojas *et al.* (2024) reportan que la relación hoja:tallo del pasto Mulato II fue mayor para las edades de rebrote entre 7 y 21 días, con un promedio de 6.1 ( $p < 0.05$ ) disminuyendo drásticamente hasta la octava semana de evaluación, similar a lo reportado en esta investigación en pasto Mulato II. Por otra parte, Calzada-Marín *et al.* (2019) al evaluar el pasto Toledo *Urochloa* Brizanta reportan la mayor tasa de crecimiento a los 150 días de rebrote con 132 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> mayor a lo reportado en esta investigación.

### Proteína cruda

Tendencias y valores de proteína cruda similares a los de esta investigación fueron reportados por Rojas *et al.* (2024) en el pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) en el contenido de PC en hojas y tallos de pasto Mulato II tendió a disminuir conforme aumentó la edad de rebrote, en ambas épocas del año seca y lluvia ( $p < 0.05$ ) similar a lo reportado en esta investigación. Por otra parte, en pasto Cobra, Rojas *et al.* (2018) obtuvieron en hoja y tallo el mayor porcentaje al día 21 después del corte con 20% de PC en hoja y 13% en tallo y disminuyendo hasta el día 63 con 7 y 4% de PC en hoja y tallo, respectivamente resultados similares a los de este estudio ya que con el paso del tiempo los pastos *Urochloa* van disminuyendo en PC como lo consignan otros investigadores (Torres *et al.* 2020, Godina-Rodriguez *et al.* 2023).

## CONCLUSIONES

Conforme aumentó la edad del rebrote se incrementó el rendimiento de materia seca total y hoja de la planta hasta un punto máximo y posteriormente declinó; sin embargo, el componente tallo y senescencia aumentaron hasta los 56 días. Donde se encuentra el porcentaje de radiación interceptada de 95% varía de la edad de corte de 49 y 56 días dependiendo el pasto. En proteína cruda fue mayor en la frecuencia de corte a 7 días y menor en la frecuencia de corte de 56 días independientemente del componente hoja y tallo, sin embargo, la hoja reporto mayor proteína cruda y menor el tallo en todas las frecuencias de corte. Se recomienda sembrar el pasto Mulato II por tener mejor características del rendimiento y calidad.

## AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México, Campus Pinotepa Nacional por el apoyo en las instalaciones y equipo para la realización de esta investigación en el municipio de La Estancia, Oaxaca.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## LITERATURA CITADA

- AOAC (2005) Official Methods of Analysis. Edition 18. Association of Official Analytical Chemists. Washington, EE.UU. 1928p.
- Aguirre AH, Maldonado PMA, Gasga PL, Pelaez EUV, Hernández MJA, Rojas GAR (2022) Características estructurales de pastos: Mulato II, Convert 330 y Convert 431 (*Urochloa* híbrido). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 13(5): 863-872. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3230>

- Barahona R, Sánchez SM, Murgueitio E, Chará J (2014) Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. *Revista Carta Fedegán* 140(1): 66-69.
- Calzada-Marín JM, Enríquez-Quiroz JF, Ortega-Jiménez E, Hernández-Garay A, Vaquera-Huerta H, Escalante-Estrada JA, Honorato-Salazar JA (2019) Growth analysis of Toledo grass *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster in sub-humid warm climate. *Agro productividad* 12(8): 2448-7546. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1443>
- Calzada MJM, Enríquez QJF, Hernández GA, Ortega JE, Mendoza PSI (2014) Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 5(2): 247-260.
- Cid MS, Ferri MC, Brizuela AM, Sala O (2008) Structural heterogeneity and productivity of a tall fescue pasture grazed rotationally by cattle at four stocking densities. *Japanese Society Grassland Science* 54: 9-16.
- Cruz HA, Hernández GA, Aranda IE, Chay CAJ, Márquez QC, Rojas GAR, Gómez VA (2017) Nutritive value of Mulato grass under different grazing strategies. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(10): 65-72.
- Da Silva SC, Hernández GA (2010) Manejo de pastoreo en praderas tropicales. Forrajes y su impacto en el Trópico. Primera edición. Universidad Autónoma de Chiapas, México 62p.
- Da Silva SC, do Nascimento JDD (2007) Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais empastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 122-138.
- Fagundes JL, Fonseca MD, Mistura C, Morais R, Vitor CMT, Gomide AJ, Nascimento DJR, Casagrande RD, Costa L (2006) Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária empastada com nitrogênio avaliadas nas quatro etapas do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35(1): 21-29.
- García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217p.
- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Motter A, Opio C, Dijkman J, Falcucci A, Tempio G (2013) Hacer frente al cambio climático a través de la ganadería—Evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 154p.
- Godina-Rodríguez JE, Joaquín-Cancino S, Garay-Martínez JR, Estrada-Drouaillet B, Bautista-Martínez Y, Limas-Martínez AG (2023) Producción de forraje de cuatro cultivares de *Urochloa* híbrido en Güemes, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 14(8): e3597. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i8.3597>
- Gómez MM, Velásquez EJ, Miles WJ, Rayo FT (2000) Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano. *Pasturas Tropicales* 22(1): 19-25.
- Juskiw PE, Helm JH, Salmon DF (2000) Postheading biomass distribution for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Science* 40(1): 148-158. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.401148x>
- López-Zerón NE, Wilson-García CY, Sánchez-Santillán P, Maldonado-Peralta MÁ, Rojas-García, AR, Hernández-Muñoz, KM, Juárez-Hilario MA (2022) Forage accumulation, morphological composition and height of *Panicum maximum* cv. Tanzania with organic and chemical fertilization. *Agro Productividad* 15(7): 151-158. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i7.2342>
- Mattera J, Romero LA, Cuatrin AL, Cornaglia PS, Grimoldi AA (2013) Yield components, light interception and radiation use efficiency of lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to row spacing. *European Journal of Agronomy* 45: 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.10.008>
- Mayren MFJ, Rojas-García AR, Maldonado-Peralta MA, Ramírez-Reynoso O, Herrera-Pérez J, Torres-Salado N, Sánchez-Santillán P, Bottini-Luzardo MB, Hernández-Garay A (2018) Comportamiento

- productivo de ovinos pelibuey en pastoreo suplementados con follaje de *Guazumaulmifolia* Lam. Agroproductividad 11(5): 29-33.
- Maldonado PMA, Rojas GAR, Sánchez SP, Bottini LMB, Torres SN, Ventura RJ, Joaquín CS, Luna GMJ (2019) Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetumpurpureum* X *Pennisetumglaucum*) en el trópico seco. Agroproductividad 12(8): 17-22.
- Morales VS, Vivas-Quila NJ, Teran-Gomez VF (2016) Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 14(1): 135-144.
- Muñoz GJC, Huerta-Bravo M, Lara BA, Rangel SR, de la Rosa AJL (2016) Producción de materia seca de forrajes en condiciones de Trópico Húmedo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Publicación Especial (16): 3329-3341.
- Pérez LO, Afanador GT (2017) Comportamiento agronómico y nutricional de genotipos de *Brachiariaspp.* Manejados con fertilización nitrogenada, solos y asociados con *Puerariaphaseoloides*, en condiciones de la Altillanura Colombiana. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia 64(3): 52-77.
- Ramírez O, Flores I, Hernández E, Rojas AR, Maldonado MA, Valenzuela JL (2020) Dinámica poblacional de tallos e índice de estabilidad del pasto llanero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 24: 23-34. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2355>
- Rojas GAR, Maldonado PMA, Ortega ASA, Palemón AF, Pérez HH, Ventura RJ (2024) Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) en el Trópico Seco de México. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 12(1): 1-10. [https://doi.org/10.2527/1995.731278x10.17138/TGFT\(12\)1-10](https://doi.org/10.2527/1995.731278x10.17138/TGFT(12)1-10)
- Rojas GAR, Torres SN, Maldonado PMA, Sánchez SP, García BA, Mendoza PSI, Álvarez VP, Herrera PJ, Hernández GA (2018) Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* Híbrido BR02/1794) a dos intensidades de cortes. Agroproductividad 11(5): 34-38.
- Rojas GAR, Hernández GA, Quero CAR, Guerrero RJD, Ayala W, Zaragoza RJL, Trejo LC (2016) Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(4): 885-895.
- Rueda JA, Ortega JE, Hernández GA, Enríquez QJF, Guerrero RJD, Quero CAR (2016) Growth, yield, fiber content and lodging resistance in eight varieties of *Cenchrus purpureus* (Schumach.) morrone intended as energy crop. Biomass and Bioenergy 88: 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.007> Get rights and content
- SAS (2011) The SAS 9.2 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- Steinfeld H, Wassenaar T, Jutzi S (2006) Livestock production systems endevolving countries: status, drivers, trends. Revue Scientifique et Technique 25(2): 505-516.
- Torres SN, Moctezuma VM, Rojas GAR, Maldonado PMA, Gómez VA, Sánchez SP (2020) Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Número Especial 24: 34-46. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>