

Artículo:

Características de la fibra de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone a 60, 90 y 120 días de rebrote

Fiber characteristics of *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone at 60, 90 and 120 days of regrowth

Mayra Sánchez-Rodríguez¹, Karla Lissette Silva-Martínez¹, José Isidro Alejos-de-la-Fuente², Belisario Domínguez-Mancera³, Armando Arrieta-González^{1*}

Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social

Recibido: 12 de septiembre de 2025
Aceptado: 06 de noviembre de 2025
Publicado: 13 de noviembre de 2025

Publicación continua editada por el **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003
Reserva de derechos al uso exclusivo
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

- ¹ Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.
² Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México.
³ Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Animales, Grupo Ganadería y Cambio Climático. Veracruz Puerto, Veracruz, México.

* Autor corresponsal: armando.arrieta@itsta.edu.mx

Resumen: El objetivo del estudio fue analizar el contenido de materia seca (MS), de fibra detergente neutro (FDN) de la materia seca y de cenizas de dos accesiones de *C. purpureus* cosechadas a 60, 90 y 120 días de edad, para observar el comportamiento de los valores en las distintas edades de madurez de la planta. La investigación se desarrolló en la localidad de El Coyal Santa Clara, perteneciente a Tantoyuca, Veracruz. Para la siembra de las accesiones se establecieron 24 parcelas, cada una de 23 m², con 80 cm de separación entre surco y macollos. Las variables evaluadas fueron MS, Cenizas y FDN. Se utilizó un diseño completamente al azar. Los datos obtenidos se analizaron con ANDEVA de una vía y pruebas de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$). Los datos se analizaron con el software estadístico Statistica v.10. MS y FDN mantuvieron un comportamiento homogéneo en las condiciones del estudio. Sin embargo, en el contenido de cenizas de CT-115 a los 120 días mostró diferencia estadística entre los tratamientos CT-115 a la edad de 60 días con un valor de 10.46 % y el pasto Roxo a los 60 días con un 10.27 %. Estas diferencias se debieron posiblemente a condiciones de suelo y genéticos de las variedades. Es necesario evaluar parámetros climáticos, características de suelo sobre las variedades de *C. purpureus* para identificar el efecto sobre estas accesiones y sobre su efecto la producción animal.

Palabras clave: Materia seca, suelo, pasto.

Abstract

The objective of this study was to analyze the contents of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) of the dry matter, and ash in two *Cenchrus purpureus* accessions harvested at 60, 90, and 120 days in order to assess how these values behave across plant maturity stages. The research was conducted in El Coyol Santa Clara, Tantoyuca, Veracruz. Twenty-four plots were established for sowing the accessions, each 23 m², with 80 cm spacing between rows and tillers. The variables evaluated were DM, ash, and NDF. A completely randomized design was used. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's multiple comparison test ($p < 0.05$) in Statistica v10. DM and NDF showed a consistent pattern under the study conditions. However, ash content in CT-115 at 120 days differed statistically from CT-115 at 60 days (10.46%) and from Roxo at 60 days (10.27%). These differences were likely associated with soil conditions and genetic differences between cultivars. Further work should evaluate climatic parameters and soil characteristics for *C. purpureus* cultivars to identify their effects on these accessions and on animal production.

Keywords: Dry matter, soil, grass.

Introducción

Los pastos forman la principal fuente de alimentación para rumiantes en pastoreo y además son la fuente más económica para su alimentación (Galoc et al., 2019). Solo un porcentaje muy bajo de productores utilizan prácticas de fertilización con productos inorgánicos y algunos de manera orgánica utilizando las heces para el desarrollo y conservación de las plantas (Arrieta-González et al., 2016). Sin embargo, los pastos tropicales tienen una capacidad fotosintética que beneficia su producción de materia seca en esas zonas (Hernández-Melchor et al., 2023). La edad de cosecha de los pastos en zonas tropicales afecta la calidad y digestibilidad durante todo el año. El incremento de la pared celular de los pastos se ve reflejado en altos o bajos niveles de digestibilidad. La digestibilidad de los pastos está relacionada con el consumo. Si la digestibilidad es baja disminuye el paso del alimento a través del tracto digestivo provocando menor consumo de alimento (Valles de la Mora et al., 2016). La disponibilidad y calidad del forraje depende de las condiciones ecológicas de estas zonas (Cuevas-Reyes et al., 2022), afectando ó beneficiando la producción en la ganadería. Los pastos Roxo y CT-115 son utilizados en

zonas tropicales, sin embargo, su calidad disminuye de manera considerable conforme la planta madura (Ramos-Juárez et al., 2021). A un así, cuando es cosechado a una edad donde la planta aún no está completamente madura se observa mejorías en los valores nutritivos (Pérez-Ramos et al., 2021). Para poder estimar el grado de digestión por parte de las bacterias del rumen, se realiza un análisis de laboratorio llamado fibra detergente neutro, donde se determina el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina de los forrajes. El resultado se relaciona con la digestibilidad, pero este valor puede variar entre especies de forraje y su madurez (Hoffman y Combs, 2004). El desarrollo de gramíneas forrajeras se ve influenciado por el tipo de suelo y su fertilidad (León et al., 2018) y a factores climáticos como la temperatura (Sosa-Montes et al., 2021). Altas temperaturas y variaciones de radiación solar ocasionan bajos rendimientos de materia seca y calidad de los pastos (Reyes-Pérez et al., 2022). Otro de los análisis importantes de los pastos es el contenido de cenizas. Este análisis es un proceso que muestra el residuo inorgánico que queda al final de que toda la materia orgánica se ha quemado. De esta forma funciona como una guía del contenido de materia orgánica, por lo tanto a mayor contenido de materia orgánica menor son los minerales (Álvarez et al., 2015). Esto ayuda a estimar la cantidad de minerales presentes en los alimentos (Iturbide y Sandoval, 2023) indigeribles para el animal, el porcentaje de cenizas generalmente es alrededor de $\leq 10\%$. Valores superiores podrían sugerir una posible contaminación de la muestra evaluada con tierra (Jaurena et al., 2023). Sin embargo, la composición química varía entre especies y madurez de la planta (Grijalva et al., 1995). Estudios anteriores han reportado que el pasto Roxo a la cosecha de 65 días, tiene bajos rendimientos de fibra cruda sin embargo presenta mayor digestibilidad (Rupay et al., 2023). Se ha identificado en investigaciones anteriores donde han analizado distintos pastos de zonas tropicales y han reportado su rendimiento productivo y valor nutricional, por lo tanto, las características de esas especies forrajeras dependen de las características propias de la región. En la Huasteca Veracruzana aun no existen suficiente información sobre el comportamiento y las características de los pastos de *Cenchrus purpureus*. Esta información podría enriquecer el conocimiento y mejorar las prácticas de manejo por parte de los productores. Por ello el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido la materia seca, fibra detergente neutro y cenizas de dos accesiones de *C. purpureus* cosechado a 60, 90 y 120 días de edad.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la localidad de El Coyol Santa Clara, de Tantoyuca, Veracruz. Este municipio se encuentra entre los paralelos 21° 06' y 21° 40' de latitud norte; los meridianos 97° 59' y 98° 24' de longitud oeste; altitud entre 10 y 300 m (Figura 1) (Sistema de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave [SIEGVER], 2020). El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura anual es de 22 – 26 °C. La precipitación anual fluctúa entre 1,100 y 1,300 mm. El municipio tiene la presencia predominante de un suelo Vertisol, pero también cuenta con suelo Phaeozem, Regosol, Cambisol y Leptosol estos menores porcentajes. (Instituto Nacional De Estadística y Geografía [INEGI], (2010).

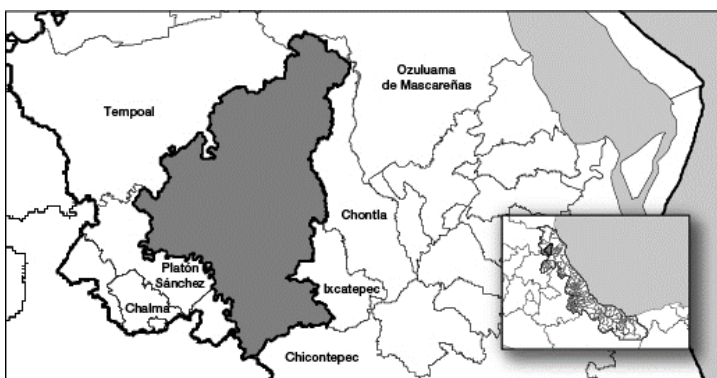


Figura 1. Áreas geográficas de Tantoyuca, Veracruz de Ignacio de la Llave.

Fuente: Instituto Nacional De Estadística y Geografía [INEGI], (2025).

Las accesiones de *C. purpureus* utilizadas para la investigación son Roxo y CT- 115. Éstas fueron consideradas como tratamiento, así como los días posteriores al corte de homogenización (60, 90 y 120 días). Cada uno de los tratamientos contó con 4 repeticiones. Para el establecimiento del cultivo de *C. purpureus* se preparó el área de siembra con arado y rastra sin ningún tipo de agroquímico u productos orgánicos para el control de malezas y promotores de crecimiento de las plantas. Se utilizó un área de 552 m² para el establecimiento de 24 parcelas, cada una ellas de una superficie de 23 m². La distribución de los tratamientos se realizó de manera aleatoria en 6 hileras con 80 cm de separación entre surco y macollos. La siembra de las accesiones evaluadas se realizó colocando dos tallos fitómeros con tres entrenudos por cada punto de siembra, introduciendo en la cama de siembra la distancia de

dos entrenudos, colocando los tallos en un ángulo de 45° respecto del suelo (Figura 2). El 02 de marzo del 2024 se realizó un corte de homogenización utilizando herramienta manual (machete). El día 01 de mayo se realizó la cosecha de 60 días de edad, enseguida el 01 de Junio la muestra de 90 días y finalmente el 30 Junio la muestra de 120 días. El manejo del cultivo no incluyó la aplicación de ningún tipo de fertilizante orgánicos o químicos.



Figura 2. Siembra de *C. purpureus* con inclinación de 45°; detalle de la disposición de las accesiones.

La muestra útil que se tomó de las accesiones fue seleccionada en un área de 2.0 m² del centro de la unidad experimental para evitar el efecto borde. El corte se realizó a 15 cm sobre el nivel de suelo. La sub muestra obtenida se fragmento y se colocó en bolsas de papel del número 12. Posteriormente, la muestra se pesó en una balanza con resolución (legibilidad) de 0.1 g. Enseguida las muestras fueron colocadas en una estufa de secado a 50 °C hasta llegar a peso constante con el fin de poder determinar materia seca, entre otros análisis. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, para realizar los análisis correspondientes de laboratorio. En donde el primer paso fue moler la muestra en un molino eléctrico con una criba de 2 mm. Las variables analizadas fueron materia seca (MS) Fibra Detergente Neutro (FDN) y Cenizas.

Determinación de Materia Seca

Para la determinación de MS se utilizó la técnica de De Pro (1979), la cual consiste en pesar una caja limpia y seca en la balanza analítica con la tapa colocada debajo de la caja, una vez registrado el peso de la caja adicionar un gramo de muestra. Con ayuda de unas pinzas, se mete la caja a la estufa a 105 °C hasta llegar a peso constante. Aproximadamente

8 horas transcurrido el tiempo se tapa la caja dentro la estufa, posteriormente se saca y se mete a desecador para permitir se enfríe por 45 minutos. Se pesa el residuo y con el peso obtenido se le resta el peso de la caja registrado al principio y al valor se le aplica la ecuación 1.

$$\%ms = \frac{\text{Pérdidade peso en gramos}}{\text{gramos de muestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

Determinación de cenizas

El análisis de cenizas se realizó con la finalidad de determinar el contenido de minerales. Su contenido es importante para la nutrición de los animales. En este caso se utilizó la técnica de De Pro (1979), donde menciona pesar un crisol de porcelana limpio y seco. Registrar su peso y enseguida adicionar un gramo de muestra, una vez pesada la muestra se pre incinera en un mechero hasta que deje de aparecer humo con ayuda de unas pinzas colocar el crisol en la mufla a 550 °C por 2 horas. Pasado el tiempo solicitado se retira de la mufla y se deja enfriar al ambiente hasta que la temperatura sea aproximadamente de 80 °C – 100 °C. Enseguida se mete el crisol al desecador para que termine de enfriar. Finalmente se pesan los crisoles y se resta el peso del crisol solo y al resultado, aplicando las ecuaciones 2 y 3.

$$\%Cenizas_{BH^*} = \frac{\text{Pérdidade peso en gramos}}{\text{Pesodela muestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

$$\%Cenizas_{BS^*} = \frac{\%de cenizas BH}{\%de materia seca} \times 100 \quad \text{Ec. (3)}$$

Determinación de Fibra Detergente Neutro de la Materia Seca

El análisis de FDN se realizó para conocer el contenido celular se utilizó la técnica De Pro (1979) donde menciona lo siguiente: pesar 0.25 g de muestra y depositarla en un vaso Berzelius de 100 cm³, enseguida adicionar 20 cm³ de solución de detergente neutro. Después tapar el vaso con un recipiente que resista el calor con agua corriente para simular un condensador, dejar hervir 60 min, este tiempo se cuenta a partir de que de inicio la ebullición, si el agua se calienta se tiene que cambiar de inmediato por agua fría. Transcurrido el tiempo filtrar con vacío abierto en un crisol de Gooch con filtro de fibra de vidrio limpio, seco, previamente pesado. Lavar con agua hirviente en porciones de 20 cm³ y con ayuda del

gendarme desprender todas las partículas de FDN que se hayan quedado adheridas en las paredes del vaso, no dejar de lavar hasta que deje de salir espuma, finalmente lavar la parte exterior del crisol con ayuda de una piseta y colocarlo en una estufa de secado a 100 °C (toda una noche), transcurrido el tiempo se coloca el crisol en un desecador por 40 min y se pesa.

Para obtener el % de FDN se aplican las ecuaciones 4 y 5.

$$\%Paredescelulares_{BH} = \frac{\text{gramosdeparedescelulares}}{\text{gramosdemuestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (4)}$$

$$\%FDN_{BS^*} = \frac{\%deFDNBH}{\%demateria seca} \times 100 \quad \text{Ec. (5)}$$

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones por cada tratamiento. Las accesiones de *C. purpureus* utilizadas en esta investigación fueron CT-115 y Roxo, cosechados 60, 90 y 120 días de edad. La investigación se llevó a cabo bajo el siguiente modelo lineal general (ecuación 6).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec. (6)}$$

De donde:

Y_{ij} : Respuesta observada con el tratamiento i en la repetición j

μ : Efecto de la media general

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento i ; $i= 1,2,\dots,t$

ε_{ij} : Efecto del error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental (edad de corte)

Para el análisis estadístico, se utilizó un ANDEVA de una vía y pruebas de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$) La normalidad se analizó con la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad con la prueba de Bartlett ($p < 0.05$). Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron analizados con un software estadístico Statistica v.10 (2013).

Resultados y discusión

Materia seca (MS)

La materia seca de los pastos indica la cantidad de nutrientes disponibles para ser aprovechados por los animales y se ven reflejados en la reproducción y producción de los rumiantes (Grijalva et al., 1995). Los valores obtenidos en esta investigación en referencia a las accesiones utilizadas demuestran que el valor más alto de MS fue por parte de Roxo a 120 días con un 92.21 % y el valor más bajo fue para CT-115 a 90 días de edad con un 89.84 % de MS, sin diferencia estadística ($p < 0.05$) (Tabla 1). Estos valores son más altos a los reportados por Arrieta-González et al. (2024). Ellos analizaron 7 variedades de *C. purpureus* entre ellas CT-115 y Roxo. En su investigación reportan 27.2 % de MS para CT-115 y en el caso de Roxo 32.7 %. Sin embargo, en su investigación indican que la determinación de esta variable fue determinada de una muestra de forraje obtenida directamente de campo y analizada inmediatamente después de la cosecha; mientras que para los resultados aquí presentados las muestras de forraje se deshidrataron previamente.

El porcentaje de MS de Roxo a los 60 y 90 días presentado en esta investigación también fue superior a lo reportado por Vivas-Quila et al. (2019) quienes evaluaron 5 edades de corte. A 60 días obtuvieron 15.9 % de MS y 15.1 % de MS a 90 días. Estos resultados son menores a los reportados en esta investigación a las mismas edades de corte. Según Muñoz-González et al. (2016) la producción de MS se ve afectada por la precipitación de las zonas y la fertilidad del suelo.

Dios-León et al. (2022) evaluaron el pasto CT-115 en distintas épocas del año a 5 edades de rebrote a las mismas edades utilizadas en esta investigación. A 60 días el valor más alto fue en época de seca con un 19.6 %. Por otro lado, ellos reportan 23.7 % de MS como el valor más alto en época de seca a los 90 días de rebrote. Los valores obtenidos por Dios-León et al. (2022) son inferiores a los encontrados en esta investigación. La variación en los resultados se puede atribuir a la presencia o escasez de precipitación o a la temperatura de la zona. Es importante mencionar que en esta investigación durante la cosecha hubo presencia de sequía, Dios-León et al. (2022) también mencionan que al existir estrés hídrico acelera la maduración de la planta reflejado en una mayor acumulación de materia seca. Los porcentajes de MS reportados en esta investigación se encuentran alrededor del 90 %. Este valor se considera alto comparado con otras investigaciones. Sin embargo, se debe recordar

que las zonas tropicales se caracterizan por falta de precipitación que conducen a sequías intensas y duraderas. De tal forma que los valores aquí reportados deben ser analizados sin dejar de lado este aspecto. La variación en los resultados podría ser consecuencia de que en la mayoría de investigaciones utilizan las muestras frescas (recién cosechadas) para analizar esta variable, contrario a lo realizado en esta investigación donde las muestras fueron previamente deshidratadas.

Tabla 1. Contenido de materia seca, cenizas y fibra detergente neutro de los pastos Roxo y CT-115 cosechados a tres intervalos de corte.

Tratamiento	Materia seca (%)	Cenizas (%)	FDN (%)
Roxo 60	90.71 ^a	10.27 ^a	73.42 ^a
Roxo 90	90.47 ^a	9.11 ^{ab}	74.12 ^a
Roxo 120	92.21 ^a	9.02 ^{ab}	73.01 ^a
CT-115 60	90.83 ^a	10.46 ^a	73.31 ^a
CT-115 90	89.84 ^a	9.18 ^{ab}	73.30 ^a
CT-115 120	92.17 ^a	7.91 ^b	71.58 ^a
EE	0.27	0.38	0.87

Nota: Medias por columna con distinta literal indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Cenizas

Es importante determinar el contenido de cenizas ya con ese análisis permite conocer el contenido de la materia orgánica de un alimento y el contenido mineral del mismo (Pimentel, 2021). Los porcentajes de cenizas más altos se registraron en el pasto CT-115 a la edad de 60 días con un valor de 10.46 % y en el pasto Roxo a los 60 días con un 10.27 %, entre estos tratamientos no hubo diferencia estadística significativa. Por otro lado, el valor más bajo fue de 7.91 % de CT-115 a 120 días de rebrote donde si hubo diferencia estadística entre los tratamientos mencionados anteriormente, los valores de los tratamientos anteriores mencionados para esta variable son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) (Tabla 1). A la edad de 60 y 90 días el contenido de cenizas del pasto Roxo fue inferior al reportado por Vivas-Quila et al. (2019). Ellos analizaron el pasto *Pennisetum purpureus* en las mismas edades de corte y obtuvieron un 14.7 % para 60 días y 14.8 % a los 90 días siendo estos porcentajes más altos a los de esta investigación. Sin embargo, ellos realizaron la investigación en un clima templado y con un suelo con diferentes características a las de esta investigación. Según Jaurena et al. (2023) que el porcentaje de cenizas generalmente es

alrededor de $\leq 10\%$. Si este valor es superior podría ser como consecuencia de que la muestra este contaminada con tierra o otros efectos relacionados con el suelo.

Medrano et al. (2024) reportaron que CT-115 a 60 días de rebrote acumuló 16.9 % de cenizas y a 90 días 11.20 %. Estos valores son superiores a los obtenidos en esta investigación 10.46 y 9.18 %. Sin embargo, se puede observar cómo el contenido de cenizas disminuye conforme aumenta la edad, siguiendo esta observación los autores concluyeron que el contenido de minerales disminuye con la madurez de la planta. Los porcentajes reportados en esta investigación coinciden con lo anterior. Sin embargo, Villalobos y Arce (2014) menciona que la presencia del agua en el suelo influye en la absorción de minerales del suelo que la planta realiza, y puede tener un efecto en el contenido de cenizas.

Fibra detergente neutro (FDN)

Es importante conocer la cantidad de fibra que existe en las paredes celulares de los pastos. Esta característica actúa como un indicador que estima la cantidad de forraje digerible para los rumiantes (Grijalva et al., 1995). El porcentaje más alto reportado en esta investigación fue del pasto Roxo cosechado a los 90 días (74.12 % de FDN). Por otro lado, CT-115 acumuló el valor más bajo a 120 días de rebrote (71.58 %) ($p < 0.05$) (Tabla 1). Sin embargo, ningún tratamiento presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

La accesión Roxo cosechada a 60 días alcanzó un contenido de FDN de 73.42 %, este valor es superior a lo encontrado por Vivas-Quila et al. (2019) quienes cosecharon a 60 días de rebrote una accesión de *Pennisetum purpureus* con un valor de FDN de 57.8 % y 62 % de 90 días posterior al corte de homogenización. La investigación se desarrolló en una zona de clima templado contrario a esta investigación donde las accesiones estuvieron expuestas a estrés hídrico y como consecuencia de las altas temperaturas de la zona tropical, repercutió el aumento de pared celular de las plantas.

Los porcentajes de FDN de CT-115 presentados en esta investigación son menores a los reportados por Dios-Leon et al. (2022) a la edad 60 días. Estos autores mencionan un 77.0 % de FDN a 60 días de rebrote, mientras que a 90 días el valor más alto que ellos reportaron fue 80.6 %, el cual es superior al obtenido en este estudio.

Los forrajes que tienen un contenido de FDN $< 40\%$ son considerados de buena calidad. Sin embargo, valores de FDN $> 60\%$ pueden afectar la digestión y el consumo de alimento (Van Soest, 1982). Los altos contenidos de FDN pueden afectar negativamente los parámetros

productivos de los animales que consumen estos forrajes (Villalobos y Arce, 2014). Por lo tanto, los valores obtenidos en esta investigación, aunque algunos fueron menores a los reportados por otros autores, se consideran relativamente altos y por ello afectan y comprometen la calidad su calidad. Los niveles reportados de FDN probablemente son consecuencia de factores como las condiciones climáticas (Morán, 1996) y la madurez de la planta (Herrera-Torres et al., 2010).

En gramíneas tropicales, los cambios asociados a la madurez de los tejidos suelen reflejarse en fracciones de pared celular, aunque su magnitud puede verse amortiguada por condiciones de sitio y manejo (cf. Van Soest, 1994; Hoffman & Combs, 2004). La estabilidad observada en MS y FDN sugiere que, bajo las condiciones edafoclimáticas y el manejo evaluados, el efecto de cultivar y edad de corte sobre estas fracciones fue contenido, mientras que la fracción mineral sí mostró sensibilidad a la madurez del rebrote. En concordancia con reportes de gramíneas tropicales, el ajuste fino del momento de corte y la selección del material pueden modular componentes de calidad específicos. De forma complementaria, la literatura reciente indica que la morfología de la cariósida influye en el establecimiento y, por extensión, en la composición botánica del potrero; incorporar tamaño y densidad de cariósidas al plan de manejo (elección de especie/cultivar y dosis de siembra) ayuda a optimizar prácticas de resiembra y a mejorar el establecimiento bajo sequía (Márquez-Godoy et al., 2025).

Conclusiones

Los porcentajes de FDN fueron altos en cada uno de los tratamientos, lo que podría indicar una afectación negativa sobre el consumo de MS y en consecuencia sobre la producción. Sería conveniente analizar los valores de FDN a edades menores de 60 días donde posiblemente la calidad de la fibra sea mejor. Los valores elevados de FDN son consecuencia de la edad y la madurez de los forrajes evaluados.

El contenido de cenizas en los 6 tratamientos indican valores apropiados. Sin embargo, las cenizas también están asociadas con la madurez de la planta.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por la beca de posgrado otorgada a una de las autoras. A el laboratorio de zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo por apoyo de instalaciones, equipo y reactivos de laboratorio.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, A. E. B., Hidrovo, C. A. M., Moreno, E. O. T., Cevallos, J. H. A., Ferrín, L. M. C., & Galeas, M. M. P. (2015). Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. *Ciencia y Tecnología*, 8(2), 13-27. <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i2.151>.
- Arrieta-González, A., Ortega-Vargas, E., & Hernandez-Martinez, J. (2016). Caracterización del Sistema de Producción Bovina en el Municipio de Platón Sanchez, Veracruz, México. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social RIISD*,(2).
- Arrieta-González, A., Silva-Martínez, K. L., Vite-Cristóbal, C., Rodríguez-Andrade, A., Hernández-Beltrán, A., & Domínguez-Mancera, B. (2024). Agronomic traits of seven accessions of *Cenchrus purpureus* under rainfed conditions in the tropical region of Veracruz, Mexico. *Grass Research*, 4(1). <https://doi.org/10.48130/grares-0024-0022>.
- Cuevas-Reyes, V., Loaiza-Meza, A., Reyes-Jiménez, J. E., Gutiérrez-Gutiérrez, O. G., & Sánchez-Toledano, B. I. (2022). Problemática de ganadería y producción de forraje en el sur de Sinaloa bajo un contexto de cambio climático. *Memoria de XXXIV Semana Internacional de Agronomía*, 1161-1166.
- De Pro, S. E. (1979). *Manual de Procedimientos Analíticos para Alimentos de Consumo Animal*. Chapingo Mexico.
- Dios-León, G. E. D., Ramos-Juárez, J. A., Izquierdo-Reyes, F., Joaquín-Torres, B. M., & Meléndez-Nava, F. (2022). Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureus* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4), 1055-1066. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5217>.

- Galoc, N., Pérez, H. V. V., & Bernal, W. (2019). Caracterización nutricional de trece variedades de pastos naturalizados de la región Amazonas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3), 29-38. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.601>.
- Grijalva, J., Espinosa, F., & Hidalgo, M. (1995). *Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador*. INIAP Archivo Histórico.
- Hernández-Melchor, G. I., Hernández-Hernández, M., Sol-Sánchez, A., Rosales-Martínez, F., Hernández-Salinas, G., & Toruño, P. J. (2023). Importancia forrajera y nutricional de *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 9(17), 2140-2152. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i17.16400>.
- Herrera-Torres, E., Cerrillo-Soto, M. A., Juárez-Reyes, A. S., Murillo-Ortiz, M., Rios-Rincón, F. G., Reyes-Estrada, O., & Bernal-Barragán, H. (2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia*, 35(4), 284-289.
- Hoffman, P. & Combs, D. (2004). *Uso de la digestibilidad del FDN en la formulación de raciones*. Focus Forage. 6(3): 1-5. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/NDFD04-FOF.pdf>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (s. f.). México en Cifras: Tantoyuca, Tantoyuca, Veracruz de Ignacio de la Llave (301550001). Recuperado el 12 de septiembre de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas?ag=301550001>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de información geográfica municipal: Tantoyuca, Veracruz de Ignacio de la Llave [PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30155.pdf
- Iturbide, C. F. A., & Sandoval, G. B. J. (2023). Análisis de Alimentos. Fundamentos y Técnicas. UNAM, Facultad de Química.
- Jaurena, G., Pepi, M. G. F., & Wawrzekiewicz, M. (2023). Herramientas para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Agronomía & Ambiente*, 43(1).

- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas*. Universitaria Abya-Yala. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>.
- Márquez-Godoy, J. N., Ramírez-Segura, E., Garay-Martínez, J. R., Aguirre-Gutiérrez, C. A. & García-Cervantes, D. (2025). Morfología de cariósides de pastos forrajeros nativos de zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social RIISD*, 11(1). <https://doi.org/10.63728/riisds.v11i1.78>.
- Medrano Escobar, A. R., Martínez Banegas, C. C., Martínez Aguilar, Y., Verdecia Acosta, D., & Herrera, R. (2024). Nutritive quality of *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115 under edaphoclimatic conditions of Zamorano, Honduras. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 58. <https://cu-id.com/1996/v58e03>.
- Morán, J. (1996). Consumo y valor nutritivo de los pastos. *Pasturas Tropicales, Memorias del curso. CORPOICA, Medellín*, 87-96.
- Muñoz-González, J. C., Huerta-Bravo, M., Lara Bueno, A., Rangel Santos, R., & Rosa Arana, J. L. D. L. (2016). Producción de materia seca de forrajes en condiciones de Trópico Húmedo en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (SPE16), 3329-3341. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.400>.
- Pérez-Ramos, P., Villegas-Aparicio, Y., Castro-Rivera, R., Castañeda-Hidalgo, E., Gómez-Vázquez, A., & Carrillo-Rodríguez, J. C. (2021). Crecimiento de ecotipos de *Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone en condiciones de temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4-A), 765-765. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.765>.
- Pimentel Gonzalez, T. A. (2021). Utilización de abono orgánico en la producción y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria* híbrido cv. BRS RB331 IPYPORA (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá). <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/6589>.
- Ramos-Juárez, J. A., Martínez-Urbina, E., Izquierdo-Reyes, F., Aranda-Ibañez, E. M., Vargas-Villamil, L. M., Hernández-Sánchez, D., & Joaquín-Torres, B. M. (2021). Efecto de Suplementos Fermentados con Pollinaza sobre el consumo y degradación del pasto Cuba CT-115. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4-A), 773-773. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.773>.
- Reyes-Pérez, J. J., Méndez-Martínez, Y., Espinosa-Cunuhay, K. A., Bastidas-Espinoza, R. L., Apolo-Bosquez, J. A., Ramírez de la-Ribera, J. L., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2022).

- Composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de rebrote. *Biocencia*, 24(2), 84-93. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v24i2.1606>.
- Rupay, K., Ampuero, G., Vela, C., Angulo, C., Mathios, M., & Torres, R. (2023). Evaluación agronómica y nutricional de pastos tropicales de corte sometidos a diferentes frecuencias de corte en Yurimaguas, Amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(5). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i5.24461>.
- Sistema de Información Estadística y Geográfica del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (SIEGVER). 2020. *Cuadernillos municipales 2020*. [pdf] Veracruz: Gobierno del Estado. <https://bit.ly/348PdyJ>.
- Sosa-Montes, E., Mendoza-Pedroza, S. I., Ramos-Velázquez, A., Alvarez-Vázquez, P., Ortega- Jiménez, E., & Sánchez-Hernández, M. A. (2021). Composición nutricional de tres pastos colectados en el estado de Morelos, México. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 8(II). <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2968>.
- Valles de la Mora, B., Castillo Gallegos, E., & Bernal Barragán, H. (2016). Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(2), 141-158. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i2.4170>.
- Van Soest, P. J. (1982). Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books. Inc., Corvallis, OR, 374.
- Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant (2nd ed.). Cornell University Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7591/j.ctv5rf668>.
- Villalobos, L., & Arce, J. (2014). Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 133-145. <https://doi.org/10.15517/rac.v37i1.10715>.
- Vivas-Quila, N. J., Criollo-Dorado, M. Z., & Cedeño-Gómez, M. C. (2019). Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureus* Schumach. *Biocencia en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 45-55. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203>.