



CALIDAD NUTRITIVA DE *CENCHRUS PURPUREUS* (SCHUMACH.) MORRONE CV. CUBA CT-115 EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE ZAMORANO, HONDURAS

NUTRITIVE QUALITY OF *CENCHRUS PURPUREUS* (SCHUMACH.) MORRONE CV. CUBA CT-115 UNDER EDAFOCLIMATIC CONDITIONS OF ZAMORANO, HONDURAS

¹ADA. R. MEDRANO ESCOBAR, ²CELESTE C. MARTÍNEZ BANEGAS, ³Y. MARTÍNEZ AGUILAR*,
⁴D.M. VERDECIA ACOSTA, ⁵R.S. HERRERA

¹Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Universidad de Zamorano, Valle de Yeguaré, San Antonio de Oriente, Honduras

²Faculty of Veterinary Science, University of Fonwda, Leogane, Haiti

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, C.P. 85 100, Granma, Cuba.

⁴Instituto de Ciencia Animal, C. Central km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

*E-mail: ceoyordan@hotmail.com

La ganadería en América Latina y el Caribe se desarrolla sobre la base de praderas naturalizadas con bajas producciones y aporte nutritivo, de ahí que la introducción de especies con mayor potencial productivo y calidad nutritiva se hace necesaria. Por lo que, se evaluó el efecto de la edad de rebrote en los indicadores del rendimiento, composición química y digestibilidad del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115 en las condiciones edafoclimáticas de Zamorano, Honduras. La evaluación comprendió un período de 193 días, entre octubre de 2020 y mayo de 2021 (período seco). El promedio de precipitación en los meses de estudio fue de 44.56 mm. Se utilizó un diseño de bloques al azar y los tratamientos (días de corte de pasto) fueron 30, 45, 60, 75 y 90 días. La mejor relación hoja/tallo se encontró a los 75 días ($P < 0.05$), además, a los 90 días se identificó ($P < 0.05$) el mayor crecimiento (235.94 cm). Asimismo, el mayor contenido de materia seca y proteína cruda se cuantificó ($P < 0.05$) a los días 75 y 45 días (12.91 %), respectivamente, lo que influyó en la digestibilidad y en la energía metabolizable y neta de lactancia ($P < 0.05$). El corte a los 90 días provocó mayor cuantificación de fibra neutro detergente (50.15 %), aunque el contenido mineral disminuyó con la edad del corte. Se concluye que el presente estudio forma parte del primer reporte de la composición química, digestibilidad y energía en condiciones edafoclimáticas de Honduras del *Cenchrus purpureus* Morrone cv. Cuba CT-115, donde se mantuvo el comportamiento característico de la especie.

Livestock in Latin American and the Caribbean is developing based on naturalized meadows with low productions and nutritive contribution, hence the introduction of species with high productive potential and nutritive quality is necessary. Therefore, the effect of regrowth age on yield indicators, chemical composition and digestibility of *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115 was evaluated under the edaphoclimatic conditions of Zamorano, Honduras. The evaluation lasted a period of 193 days, between October 2020 and May 2021 (dry season). The average of rainfalls in the study months was 44.56 mm. A random block design was used, and the treatments (days of grass cut) were 30, 45, 60, 75 and 90 days. The best relation leaf/stem was finding at 75 days ($P < 0.05$), also, at 90 days the highest growth (235.94 cm) was identified. Likewise, the higher content of dry matter and crude protein at 75 and 45 days (12.91 %) was quantified ($P < 0.05$), respectively, which influence on the digestibility and in the metabolizable and net energy of lactation ($P < 0.05$). The cut at 90 days provoked higher quantification of neutral detergent fiber (50.15 %), although the mineral content decreases with the cut age. It is concluded that this study takes part of the first report of chemical composition, digestibility and energy under the edaphoclimatic conditions of Honduras of *Cenchrus purpureus* Morrone cv. Cuba CT-115, where the characteristic performance of the species was maintained.

Palabras clave: Composición química, digestibilidad, morfología, rendimiento

Keywords: chemical composition, digestibility, morphology, yield

Recibido: 20 de octubre de 2023

Aceptado: 15 de febrero de 2024

Conflicto de intereses: No existe conflicto de intereses entre los autores

Declaración de contribución de autoría CRediT: Ada R. Medrano Escobar: **Conceptualización, Investigación, Curación de datos, Redacción-borrador original.** Celeste C. Martínez Benegas: **Conceptualización, Investigación, Curación de datos, Redacción-borrador original.** Y. Martínez Aguilar: **Conceptualización, Investigación, Curación de datos, Redacción-borrador original.** D.M. Verdecia Acosta: **Curación de datos, Redacción-borrador original.** R.S. Herrera García: **Curación de datos, Redacción-borrador original.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Introducción

La producción de carne y leche vacuna a nivel mundial constituye un gran sector, dinámico y en crecimiento. Esto ocurre en ambientes donde los bienes comunes se encuentran deteriorados: el sostén vital en sectores de pocos recursos, seguridad alimentaria y nutricional; recursos naturales y medio ambiente; así como la salud humana y animal. Por lo tanto, esta situación necesita de la toma de decisiones a diferentes niveles que propicie a los sectores e instituciones, mejoras en los reglamentos para enfrentar problemas y desventajas con el objetivo de incrementar el desarrollo del sector ganadero (Ojeda Quintana et al. 2020).

Los pastos y forrajes, por su abundancia y rápido crecimiento, constituyen la principal fuente de alimentación en las regiones tropicales para el ganado vacuno y es necesario la producción de estas plantas durante todas las estaciones del año (Ledea-Rodríguez et al. 2017). Asimismo, para comprender el crecimiento de los pastos y forrajes es necesario considerar las transformaciones que ocurren en los ecosistemas ganaderos, los cuales se encuentran influenciados por el cambio climático, manejo del suelo y malas prácticas agrícolas que propician la degradación de los suelos de las praderas, lo que limitan el crecimiento y la persistencia de las especies forrajeras y otras gramíneas prateras (Ledea Rodríguez et al. 2017).

Las especies forrajeras como caña de azúcar y las del género *Cenchrus* sp. constituyen estrategias viables como bancos de biomasa para la estación con déficit de alimento. Los estudios demuestran que con manejos adecuados es posible obtener altos rendimientos con aceptable calidad que contribuyen a suplir los requerimientos nutricionales de la masa bovina (Herrera 2022).

En la actualidad, las variedades de *Cenchrus* sp están ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y en varias universidades e institutos latinoamericanos se investigan los distintos cultivares de este género, sobre todo aquellos obtenidos mediante programas de mejora genética con diferentes métodos biotecnológicos (Sínche et al. 2021, Vander Pereira et al. 2021 y Lire Wachamo 2022). Específicamente, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. Cuba CT-115 fue liberado por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba para la producción de forraje en pie y pastoreo directo. Este forraje posee baja altura y aceptable rendimiento y relación hoja/tallos. Además, su empleo en rumiantes promueve el crecimiento y la producción de leche (Ojeda Quintana et al. 2020).

Los forrajes tropicales por sus características intrínsecas son de rápido crecimiento y maduración. Sin embargo, su aporte nutritivo se afecta debido a la madurez de la planta, que exacerba el contenido de la pared celular, rico en estructura lignocelulósica, lo que puede disminuir el

aprovechamiento de los otros nutrientes de la ración. Dichas transformaciones tienen un efecto directo en la fisiología digestiva de los rumiantes; de ahí que, se precise conocer la variabilidad de la calidad de la planta con la edad de rebrote en diferentes sistemas productivos. Así, este estudio evaluó el efecto de la edad de rebrote en los indicadores del rendimiento, composición química y digestibilidad del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. Cuba CT-115 en las condiciones edafoclimáticas de Zamorano, Honduras.

Materiales y métodos

Ecología experimental. El estudio se desarrolló en las áreas experimentales de la Escuela Agrícola Panamericana, Universidad de Zamorano, Honduras, ubicada en el km 32 de la carretera de Tegucigalpa vía a Danlí (13°59'46" N y 87°0'42" W) a 780 msnm. El período experimental comprendió entre los meses de octubre de 2020 a mayo de 2021 (período seco).

El clima se clasifica como tropical de sabana (Holdridge 1987); la precipitación fue de 356.44 mm; la temperatura media fue de 19.5 °C y la humedad relativa 67 %, en la etapa de estudio (1419 mm/año, 27.5 °C y 80 % como promedio anual de lluvias, temperatura y humedad relativa, respectivamente). El suelo presente en el área es del tipo Fluvisol eútrico (Soil Survey Staff 2014) y la composición química se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química del suelo

pH (H ₂ O)	g/100g			mg/kg (extractable)				
	CO	MO	N total	P	K	Ca	Mg	Na
5.76	2.44	4.2	0.21	16	533	1526	186	ND

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas y los tratamientos consistieron en las edades de rebrote de 30, 45, 60, 75 y 90 días.

Procedimiento. Para el estudio se empleó un área de 841 m² (29 x 29 m), las parcelas midieron 25 m² (5x5 m) con espacio de 1m entre ella, el suelo se preparó de forma convencional y el *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. Cuba CT-115 se sembró en mayo de 2020 a 90 cm entre surcos con densidad de 13 kg de semilla/ parcela, 180 días de edad del material vegetativo, profundidad de surco de 20 cm, los tallos enteros superpuestos se depositaron en el fondo del surco, haciendo coincidir la parte basal con la apical, los que fueron troceados con machete afilado garantizando esquejes con 6 yemas aproximadamente, luego fueron tapadas con capa

de suelo de 10 cm, no se empleó riego y fertilización y se realizaron labores para el control de malezas, todas las parcelas presentaron similar población (98 %).

Las plantas se establecieron entre mayo-octubre de 2020, en este periodo se realizó el corte de homogenización a 10 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, para la toma de muestras se tuvo en cuenta el efecto de borde (0.5m por cada lado en la parcela) y se cosechó la parte central cada 15 días a partir de 30 días del corte inicial a 20 cm sobre el nivel del suelo. Como variables de estudio se determinaron la producción de biomasa, rendimiento en materia seca total, longitud, ancho y número de hojas por plantas y altura de la planta (Herrera *et al.* 2017). Posteriormente se homogenizó el material cosechado y se tomaron 2 kg por tratamiento y réplicas, según diseño experimental, para su envío al laboratorio.

Determinación de la composición bromatológica. Después de la recolección de las muestras vegetales, estas se secaron en una estufa de circulación de aire forzada a 65 °C, luego se molieron a 1 mm de tamaño de partícula y se almacenaron en frascos de color ámbar hasta su procesamiento en el laboratorio, para determinar: materia seca, proteína cruda, cenizas, materia orgánica (MO), P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn (AOAC 2016); fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FAD), lignina ácida detergente (LAD), celulosa (Cel), hemicelulosa (Hcel) y contenido celular (CC) según Goering y Van Soest (1970). Asimismo, se determinó la digestibilidad de la materia seca y orgánica (Aumont *et al.* 1995), además, se tomaron en cuenta los criterios de Cáceres y González (2000) para determinar la energía metabolizable y neta de lactancia. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado y por réplica.

Análisis estadístico. Se realizó análisis de varianza según diseño experimental y las medias se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). Para la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de

Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951) y para las varianzas la prueba de Bartlett (1937).

Resultados

El comportamiento de los indicadores morfológicos de la planta a diferentes edades de rebrote se presenta en la tabla 2. Hubo diferencias significativas para todos los indicadores estudiados, con incrementos en la medida que avanzó la madurez de la planta y los mayores valores se alcanzaron a los 90 días con una longitud de 128.81 y ancho de las hojas de 3.01 cm, hojas por planta de 10.64 y altura de 235.94 cm.

La figura 1 muestra que, a los 90 días de rebrote *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. Cuba CT-115 incrementó la producción de materia verde y materia seca hasta 6.78 t.ha⁻¹ y 2.25 t.ha⁻¹, respectivamente.

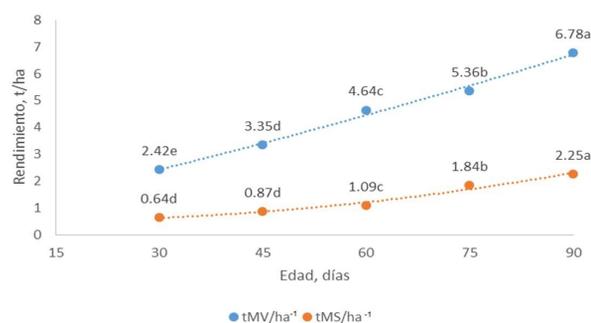


Figura 1. Rendimiento del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115

Para el comportamiento de la composición de la pared celular (tabla 3) mantuvo la dinámica clásica de los forrajes tropicales de gramíneas con incrementos de la materia seca (MS), carbohidratos estructurales (FDN, FDA, Cel y Hcel) y lignina (LAD) hasta los 90 días (36.40, 79.06, 50.15, 34.95, 50.15 y 4.45 %, respectivamente); mientras que el contenido

Tabla 2. Caracterización morfológica de las hojas de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115

Edad, días	Hojas			Altura de Planta, cm
	Longitud, cm	Ancho, cm	Número/planta	
30	71.41 ^e	1.92 ^e	6.44 ^e	118.41 ^e
45	88.89 ^d	2.03 ^{cd}	6.60 ^d	153.40 ^d
60	100.80 ^c	2.05 ^c	7.12 ^c	186.19 ^c
75	102.76 ^b	2.89 ^b	10.21 ^b	216.43 ^b
90	128.81 ^a	3.01 ^a	10.64 ^a	235.94 ^a
EE±	4.51	0.13	0.56	11.88
P	<0.0001	<0.0001	0.0015	<0.0001

^{a,b,c,d} Medias con letras diferentes en columna difieren a P<0.05

Tabla 3. Comportamiento de la pared celular del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115

Edad, días	Pared celular, %							
	MS	PC	FDN	FDA	LAD	Cel	Hcel	CC
30	19.10 ^d	12.14 ^a	71.33 ^e	32.61 ^e	3.05 ^e	27.35 ^e	26.65 ^e	28.67 ^a
45	19.82 ^d	11.91 ^a	73.67 ^d	37.71 ^d	3.41 ^d	28.91 ^d	37.71 ^d	26.33 ^b
60	21.20 ^e	9.37 ^b	75.33 ^e	39.47 ^e	3.97 ^e	31.65 ^e	39.47 ^e	24.67 ^c
75	34.36 ^b	6.66 ^e	77.48 ^b	41.47 ^b	4.17 ^b	33.04 ^b	41.47 ^b	22.52 ^d
90	36.40 ^a	5.79 ^d	79.06 ^a	50.15 ^a	4.45 ^a	34.95 ^a	50.15 ^a	20.94 ^e
EE±	0.010	0.130	0.010	0.247	0.009	0.564	0.076	1.760
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^{a,b,c,d,e} Medias con letras diferentes en columna difieren a P<0.05

celular (CC) y proteína bruta (PB) disminuyeron conforme avanzó la edad de rebrote con los valores más altos a los 30 días (28.67 y 12.14 %, respectivamente).

Las digestibilidades y energías disminuyeron (P<0.05) en la medida que se incrementó la edad de rebrote y los menores valores, para ambos indicadores se obtuvieron a los 90 días de rebrote (tabla 4).

El contenido de minerales en *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115 (tabla 5) se comportó de forma variable, disminuyeron con la edad la ceniza y K y los mayores valores (17.96 y 4.5 %, respectivamente) se alcanzaron a los 30 días de rebrote. Sin embargo, los otros macroelementos fueron mayores a los 45 días de rebrote para luego decrecer hasta los 90 días. Los microelementos Cu, Fe y Mn aumentaron hasta los 45 días con 16.66, 89 y 144.67 mg.kg⁻¹, respectivamente como mayores valores para luego decrecer (10.66, 48 y 109.34 mg.kg⁻¹) hasta los 75 días e incrementarse (7, 16 y 34.33 mg.kg⁻¹) hasta los 90; mientras que Zn fue mayor a los 90 días con 54 mg.kg⁻¹.

Discusión

El crecimiento y desarrollo morfológico es un proceso que está muy ligado a la madurez que alcanza el vegetal al

prolongarse los períodos de corte, de ahí que la longitud, ancho, número de hojas y altura de la planta hayan aumentado con los días de rebrote (tabla 2). Estos resultados coinciden con las investigaciones de Villanueva Avalos et al. (2022) quienes evaluaron varios cultivares de *Cenchrus* (Elefante, Uruguana, Taiwán, CT-169, Caña Africana, Maralfalfa, Mott, Roxo, King Grass morado, CT-115, Merkerón, Camerún, King Grass verde y tres ecotipos de Tamaulipas: Elefante Tamps). Además, estos autores encontraron que los cultivares obtenidos mediante técnicas biotecnológicas (CT-115 y CT-169) mostraron las mejores características morfológicas, ya que los demás presentaron alta variabilidad en el crecimiento en condiciones del trópico seco mexicano.

Herrera (2022) informó alturas de 65.63 a 79.58 cm para el CT-115 en suelos ferralíticos, este indicador es importante para entender el crecimiento de los cultivares con diferentes características bioquímicas y fisiológicas en diversas condiciones medioambientales y labores agrícolas. Ojeda Quintana et al. (2020) encontraron la mejor respuesta de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. Cuba CT-115 en condiciones de abundantes precipitaciones, algo que no sucede durante la estación de bajas lluvias, donde los factores del clima (precipitaciones, temperaturas, radiación

Tabla 4. Calidad del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115

Edad, días	Digestibilidad, %		Energía, MJ.kgMS ⁻¹	
	DMS	DMO	EM	ENL
30	72.26 ^a	66.45 ^a	10.55 ^a	7.66 ^a
45	70.33 ^b	65.78 ^a	10.02 ^{ab}	6.55 ^b
60	69.45 ^b	63.45 ^b	9.36 ^b	5.84 ^c
75	67.78 ^c	61.09 ^c	8.44 ^c	5.67 ^c
90	65.56 ^d	59.66 ^d	8.24 ^d	4.56 ^d
EE±	1.04	1.34	0.678	0.543
P	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001

^{a,b,c,d} Medias con letras diferentes en columna difieren a P<0.05

Tabla 5. Contenido de minerales del *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115

Minerales	Edad, días					EE±	P
	30	45	60	75	90		
Cenizas, %	17.66 ^a	17.36 ^b	16.9 ^c	12.30 ^d	11.20 ^e	0.561	0.002
P, %	0.24 ^{ab}	0.25 ^a	0.22 ^c	0.12 ^d	0.15 ^e	0.025	<0.001
K, %	4.5 ^a	2.99 ^b	2.95 ^c	2.03 ^d	1.74 ^e	0.05	<0.001
Ca, %	0.27 ^{ac}	0.42 ^a	0.31 ^b	0.27 ^d	0.30 ^e	0.010	0.0009
Mg, %	0.09 ^c	0.11 ^{bc}	0.10 ^d	0.11 ^b	0.12 ^a	0.010	0.0009
Cu, mg.kg ⁻¹	9.00 ^c	16.66 ^a	7.66 ^d	6.00 ^c	13.00 ^b	0.220	<0.0001
Fe, mg.kg ⁻¹	59.00 ^b	89.00 ^a	42.66 ^d	41.00 ^c	57.00 ^c	1.89	<0.0001
Mn, mg.kg ⁻¹	88.33 ^c	144.67 ^a	92.00 ^b	35.33 ^c	69.66 ^d	1.43	<0.0001
Zn, mg.kg ⁻¹	29.33 ^b	23.00 ^d	26.00 ^c	10.00 ^e	54.00 ^a	1.84	<0.0001

^{a,b,c,d,e} Medias con letras diferentes en columna difieren a P<0.05

solar, intensidad y duración de horas luz) limitan el crecimiento y demás indicadores morfológicos de las gramíneas.

Por su parte, Pérez Ramos *et al.* (2021) informaron 8.5 hojas por plantas, 60 cm de altura de la planta y 40 cm de longitud de las hojas en el CT-115 hasta los 180 días, resultados inferiores a los alcanzados en este estudio, estas diferencias que se deben al ciclo fenológico de la especie. En este sentido, Arias *et al.* (2018, 2019) y Ledea *et al.* (2018a) al evaluar diferentes cultivares de *C. purpureus* tolerantes al estrés hídrico observaron que a partir de los 120 días de rebrote las dimensiones (longitud y ancho) de las hojas se reducen en relación con los 90 días y lo atribuyeron a la distribución más baja del área foliar debido a la incidencia de hojas con menor tamaño. Sin embargo, se produce mayor duración de la biomasa y el auto-sombreado, al parecer, no influyó en la intercepción de la luz, lo cual incrementa la tasa de fotosíntesis, con menor acumulación biomasa fresca.

En este sentido, Herrera (2022) explica que, durante el crecimiento, las gramíneas poseen un mecanismo compensatorio desde el punto de vista fisiológico; sin embargo, a pesar de la mayor disponibilidad de la biomasa total (hojas y tallos) con el crecimiento se disminuye la biomasa comestible por la mayor cantidad de carbohidratos estructurales y lignina al incrementarse la fracción del tallo. Así, las variedades y ecotipos de *C. purpureus* tienen ventajas considerando las características morfológicas, fisiológicas y productivas, que les confieren utilidad en condiciones edafoclimáticas adversas (Sinche *et al.* 2021).

Es recomendable antes de introducir alguna variedad o ecotipo en una región realizar estudios de caracterización morfológica para conocer la adaptabilidad a esas condiciones. De ahí que el actual estudio de carácter inicial constituya el primer ensayo de la variedad CT-115 en las condiciones edafoclimáticas de Honduras, para el cual se seleccionó el período de menor precipitaciones (estación

seca) para evaluar la adaptabilidad de este cultivar ya probada en muchas regiones. Además, sería de mucha importancia para la ganadería de carne y leche hondureña contar con una variedad con abundante acumulación de biomasa, de bajo porte y que se puede emplear en pastoreo, aunque para ello aún se necesita profundizar y realizar estudios en las diferentes épocas del año, pruebas de digestibilidad, consumo y comportamiento animal.

El aumento del rendimiento en biomasa verde y materia seca (figura 1) está muy ligado al crecimiento y desarrollo del vegetal, sobre todo al aumento de la proporción de los tallos. Estos resultados coinciden con Arias *et al.* (2018) quienes al evaluar diferentes cultivares de *Cenchrus purpureus* notificaron para el CT-115 la producción de 5.78 tMV.ha⁻¹ y 1.5 tMS.ha⁻¹ hasta los 150 días, valores similares informaron Pérez Ramos *et al.* (2021) y Villanueva Avalos *et al.* (2022) con producciones de 4-5 tMV.ha⁻¹ y 1.4-1.8 tMS.ha⁻¹ en regiones del trópico seco y periodos de pocas lluvias, respectivamente aunque Uvidia *et al.* (2015) encontraron mayor producción de biomasa en la amazonia ecuatoriana con 80 tMV.ha⁻¹ en la variedad Maralfalfa, asimismo, Retureta-González *et al.* (2019) comunicaron una producción de 15 tMS.ha⁻¹ de CT-115 en condiciones de riego; mientras que, Reyes-Castro *et al.* (2018) informaron producción de 18 tMS.ha⁻¹ en periodos de lluvias en Veracruz, México para la producción de bioetanol.

Las diferencias en la edad de rebrote para pastoreo y forraje radican en que para la producción de bioetanol se necesita la mayor acumulación de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y compuestos polifenólicos (lignina) de ahí que su edad de corte óptima este entre edades de 100-120 días, mientras que para la producción animal esta oscila alrededor de los 60 días para pastoreo y 90 días cuando se emplea como forrajes. Lo que reafirma que para zonas de bajas precipitaciones los resultados de la presente investigación están en el rango de los valores informados, las diferencias encontradas se deben

a los niveles de lluvias, empleo de riego, edad de corte y fin productivo.

Por otro lado, [Herrera \(2022\)](#) en condiciones de lluvias y en el occidente de Cuba reportó una producción de 12 tMS.ha⁻¹; este comportamiento es debido a las diferentes condiciones edafoclimáticas de cada región. Destacar, que los estudios que informaron los mayores rendimientos reportaron precipitaciones de 700 a 4000 mm.año⁻¹ en comparación con pluviometrías de 200 a 430 mm.año⁻¹, siendo condiciones responsables de las marcadas diferencias encontradas desde el punto de vista productivo entre regiones del trópico húmedo y seco de América Latina y el Caribe en cuanto a climatología. Esta respuesta se debe según [Ledea Rodríguez et al. \(2017\)](#) a la compensación del sistema fotosintético para potenciar el crecimiento, las moléculas de agua aportan el hidrógeno necesario para formar los esqueletos carbonados y producir los carbohidratos estructurales y no estructurales ([Herrera 2022](#)), efecto que propician mayor crecimiento y desarrollo, con elevada eficiencia fotosintética.

La disminución de contenido celular e incremento de los componentes de la pared celular ([tabla 3](#)) es característico de estas especies forrajeras, ya que la proporción de tallos, biomasa de las hojas, materia seca y madurez de la planta influyen directamente en la proporción de los componentes de la pared celular ([Ledea et al. 2021](#)). Además de estos factores intrínsecos de cada especie, los considerados como abióticos (temperatura, lluvias e intensidad de luz, entre otros) también contribuyen a la variabilidad y crecimiento de la pared celular, lo que modifica sus componentes y dimensiones ([Arias et al. 2019](#)). Además, durante el crecimiento de la planta se exagera la deposición de carbohidratos estructurales como la celulosa que participa en los mecanismos secundarios de defensa para lograr tolerancia al estrés ([Ledea et al. 2018a](#)). Además, [Chupin et al. \(2020\)](#) informaron que el contenido de nutrientes en el suelo (principalmente N, P y K) y la fertilización promueve el crecimiento y desarrollo de los forrajes y por consiguiente deposición de FDN y FDA.

De acuerdo con la concentración y distribución independiente de los carbohidratos, [Habte et al. \(2020\)](#) indicaron que para vegetales inmaduros los contenidos de celulosa y compuestos no celulósicos fluctúan entre 25 y 60 %; mientras que en los maduros presentan 38 % de celulosa, 43 % de polisacáridos no estructurales y 17 % de lignina. Los resultados obtenidos ([tabla 3](#)) en la presente investigación indican que considerando el contenido de celulosa (34.95 %) y lignina (4.45 %), estas plantas se catalogan como inmaduras. Según [Sosnowski et al. \(2017\)](#) notificaron que existe alta variabilidad entre especies y variedades de un mismo género como respuesta a las condiciones ambientales de cada región en cuanto a la deposición de tejido de sostén en los tallos, celulosa,

hemicelulosa, lignina y sílice en la pared celular de las hojas.

El crecimiento, desarrollo morfológico de las especies pratenses trae aparejado aumento de la productividad, pero los incrementos de carbohidratos estructurales y polifenoles con la madurez del vegetal influyen directamente en su calidad ([tabla 4](#)) de ahí que se afecte el aporte nutritivo. Resultados similares informaron por [Ledea et al. \(2018b\)](#) quienes indicaron que los componentes morfológicos y estructurales de los forrajes y el comportamiento agronómico influyen directamente en las proporciones de hojas y tallos, digestibilidad y aporte energético. En este sentido, de [Dios León et al. \(2022\)](#) reportaron que el componente morfológico favorece la degradabilidad de los integrantes de la materia seca, así, las variaciones anatómicas influyen en la degradabilidad de las fracciones de la MS y MO, en función del tipo y distribución de las células que determinan el porcentaje de la fracción digerible, poco digerible y totalmente indigerible.

El decrecimiento de la DMS y DMO con el aumento de la edad de corte se debe, posiblemente, a la mayor proporción de tallos y menor de hoja a los 90 días, este comportamiento fue descrito por [González Blanco et al. \(2018\)](#), [Ledea et al. \(2021\)](#) y de [Dios León et al. \(2022\)](#), quienes observaron mayor concentración de MS y por consiguiente FDN y FDA, con la madurez del forraje (90 días de rebrote) debido a la mayor proporción de tallos que incrementa la estructura lignocelulósica, lo que afecta directamente su digestibilidad, aporte de energía del forraje y eficiencia de utilización en los sistemas de producción en el trópico.

Los porcentajes de digestibilidad y valores de energía obtenidos en el presente estudio se encuentran en el rango reportado en la literatura internacional para los distintos forrajes de gramíneas. [Álvarez Perdomo et al. \(2017\)](#), [Méndez Martínez et al. \(2020\)](#), [Reyes Pérez et al. \(2020\)](#) y [Herrera \(2022\)](#) al evaluar variedades de *Brachiaria*, *Megathyrus* y *Cenchrus* no reportaron diferencias en cuanto a la digestibilidad y energía con valores superiores a 47 % y 6 MJ.kgMS⁻¹, respectivamente e informaron que el principal efecto se debe al mayor incremento de los componentes celulares del vegetal en función de la especie y variedad en la medida que avanza la madurez del forraje.

La [tabla 5](#) muestra que la concentración de minerales disminuyó con el crecimiento del pasto CT-115, a los 30 días de corte se observó el mayor contenido de cenizas totales (17.66 %) y a los 45 días, la mayoría de los minerales evaluados indicaron la mayor concentración, con énfasis en Mn, Fe, Zn, este efecto fue reportado por [Santiago et al. \(2016\)](#), quienes encontraron reducción del contenido mineral de los pastos con la edad. En este sentido, [Muñoz González et al. \(2014\)](#), notificaron que durante la estación de lluvias las gramíneas cambian el contenido mineral de sus hojas debido al aumento de la tasa metabólica debido al

crecimiento y rendimiento en biomasa aérea. Por su parte, Fortes *et al.* (2019) informaron una concentración de Ca, P y Mg de 0.55-0.70 %, 0.21-0.27 % y 0.29-0.37 %, respectivamente a los 45 días de edad de corte en el CT-115.

Además, Valenciaga *et al.* (2009) encontraron que la edad de rebrote tuvo poca influencia en la concentración de Ca en CT-115. Sin embargo, otros estudios demostraron que concentraciones superiores a 0.30 % de Ca (base seca) en esta planta promueve la acción cementante de la pared celular (Herrera 2022). Asimismo, Domínguez *et al.* (2012) reportaron que concentraciones superiores a 0.2 % de P (en base seca) a nivel tisular se consideran valores adecuado para la nutrición de animales rumiantes. Considerando, las variaciones del contenido de este mineral (tabla 5) se recomienda el empleo de fertilización fosfórica al suelo para suplir la posible deficiencia en la planta (Fortes *et al.* 2019).

La concentración de Mg encontrada en CT-115 (0.09-0.12 %) fue menor a lo reportado por Valenciaga *et al.* (2009) y Herrera (2022), al parecer la concentración de este mineral (Mg) en el suelo de este estudio (186 mg.kg⁻¹) influyó en estos resultados, los autores señalaron concentraciones superiores de 260 mg.kg⁻¹ de Mg en el suelo. Aunque existen contradicciones en los requerimientos de este mineral (Mg) en los animales rumiantes, es conocido que interviene en la actividad de fotosíntesis, transporte de hidrógeno y participa en la producción de ácidos grasos orgánicos (Da Costa Leite *et al.* 2019).

Existen contradicciones sobre las necesidades de los microminerales en los rumiantes debido a que diversos elementos multifactoriales pueden alterar la absorción y utilización, De forma general, las minerales trazas participan en la síntesis proteica, metabolismo de las vitaminas, en la formación de tejido conectivo y en las funciones de inmunidad (Spears *et al.* 2022). Por ello, el conocimiento de la composición micromineral contribuye con la formulación de núcleos alimenticios acorde a las zonas de estudios y las necesidades de los animales.

El contenido de los micronutrientes en los forrajes se afecta por múltiples factores, uno de los más importantes es la localización geográfica. En clima templado se han encontrado contenidos de Fe, Zn y Cu en praderas de *Lolium perenne*, que eran insuficientes para cubrir los requerimientos del ganado lechero; mientras que las concentraciones de Na fueron mayores al nivel normal. En cambio, en zona semidesértica, el Fe se encontró en los forrajes en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de bovinos de razas cárnicas en pastoreo. Sin embargo, los forrajes fueron poco deficientes en Na, Zn y Cu. En la zona tropical es frecuente encontrar deficiencias de P en praderas de Buffel común pastoreadas por bovinos de carne en crecimiento, por lo que los autores recomiendan complementarlo durante todo el año, en cambio el Cu y Mn

sólo deben complementarse durante la época seca (Guerrero *et al.* 2020).

Cabrera Torres *et al.* (2009) al evaluar el contenido de microminerales en diferentes zonas de Quintana Roo, México notificaron abundancia de Fe y Mn en los forrajes muestreados en las tres áreas y coincide con el alto contenido de estos minerales en los respectivos suelos. En cambio, el contenido de Zn y Cu en el suelo (niveles medios) fue contrario a lo encontrado en los forrajes en los que se reportaron bajos contenidos. Al analizar el efecto del tipo de forraje se encontraron concentraciones de Fe superiores a los niveles críticos de 50 mg.kg⁻¹, la cantidad de Mn estuvo por debajo de 40 mg.kg⁻¹ en cinco de los ocho forrajes recolectados (*B. brizantha*, *C. nlemfuensis*, *C. purpureus*, *M. maximus* y *B. humidicola*). En cuanto de Zn y Cu se encontró que todos los valores promedio estuvieron por debajo del nivel crítico (30 y 10 mg.kg⁻¹, respectivamente). Las bajas concentraciones de Zn y Cu están relacionados a las funciones metabólicas de estos minerales en la planta, a la forma que se encuentran en el suelo (inasequible para la planta) y a su relación con el Fe y pH ácido sobre la absorción del Cu y Zn (Villalobos y González 2018).

Conclusiones

El presente estudio forma parte del primer reporte de estudios iniciales de la composición química, digestibilidad y energía en condiciones edafoclimáticas de Honduras del *Cenchrus purpureus* Morrone cv. Cuba CT-115, donde se observó el comportamiento característico de la especie con aumento de los indicadores del rendimiento, componentes morfológicos y pared celular al aumentar la edad de rebrote; mientras que, la concentración de proteína, minerales, contenido celular, digestibilidad y aporte energético disminuyó con la madurez de la planta. Por lo que se reafirma la adaptabilidad de este cultivar a los diferentes ecosistemas. Así, se recomienda realizar otras investigaciones bajo diferentes condiciones edafoclimáticas de Honduras para dilucidar la adaptabilidad y su influencia en el crecimiento y calidad nutritiva según la edad de corte.

Referencias

- Álvarez Perdomo, G.R., Barba Capote, C., Velasco Martínez, A.E., Samaniego Armijos, M.C., Jacho Macías, T.E., Muñoz Cornejo, J.A., Fernández Corrales, C.A., Ramírez de la Ribera, J.L., Zambrano Cuadro, N.G. & Chacón Marcheco, E. 2017. La especie *Cenchrus purpureus* una alternativa para la producción de forraje. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(4): 1-10, ISSN: 1695-7504, <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.006>. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63651265006>.

- AOAC, G.W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available at: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>. [Consulted: September 22, 2016].
- Arias, R.C., Ledea, J.L., Benítez, D.G., Ray, J. V. & Ramírez De La Ribera, J.L. 2018. Performance of new varieties of *Cenchrus purpureus*, tolerant to drought, during dry period. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(2): 1–12, ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/journal/1930/193060591010/193060591010.pdf>.
- Arias, R.C., Reyes, J.J., Ledea, J.L., Benítez, D.G., Ray, J. V. & Hernández, L.G. 2019. Respuesta agroproductiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus*. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 22: 79–86, ISSN: 1870-0462. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2778>.
- Aumont, G., Caudron, I., Saminadin, G., & Xandé, A. 1995. Sources of variation in nutritive values of tropical forages from the Caribbean. *Animal Feed Science and Technology*, 51(1-2): 1-13, ISSN: 0377-8401. [http://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)00688-6](http://doi.org/10.1016/0377-8401(94)00688-6).
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 160(2): 268–282, ISSN: 1471-2946. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>.
- Cabrera Torres, E.J., Sosa Rubio, E.E., Castellanos Ruelas, A.F., Gutiérrez Baeza, Á.O., & Ramírez Silva, J.H. 2009. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo, México. *Veterinaria México*, 40(2): 167-179, ISSN: 0301-5092. <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v40n2/v40n2a6.pdf>.
- Cáceres, O. & González, E. 2000. Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*, 23(1): 87-92, ISSN: 0864-0394. <https://hal.science/hal-01190063/document>.
- Chupin, L., Soccalingame, L., de Ridder, D., Gineau, E., Mouille, G., Arnoult, S., Brancourt Hulmel, M., Lapierre, C., Vincent, L., Mija, A., Corn, S., Le Moigne, N. & Navard, P. 2020. Thermal and dynamic mechanical characterization of miscanthus stem fragments: Effects of genotypes, positions along the stem and their relation with biochemical and structural characteristics. *Industrial Crops and Products*, 156(January): 112863, ISSN: 1872-633X. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112863>.
- Da Costa Leite, R., dos Santos, J. G., Silva, E.L., Alves, C.R., Hungria, M., Leite, R.D.C. & dos Santos, A.C. 2018. Productivity increase, reduction of nitrogen fertilizer use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. *Crop and Pasture Science*, 70(1): 61-67, ISSN: 1836-5795. <https://doi.org/10.1071/CP18105>.
- De Dios León, G.E., Ramos Juárez, J.A., Izquierdo Reyes, F., Joaquín Torres, B.M. & Meléndez Navas, F. 2022. Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4): 1055-1066, ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5217>.
- Domínguez, T.G., Ramírez, R.G., Estrada, A.E., Scott, L.M., González, H. & Alvarado, M.D.S. 2012. Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 15(59): 77-93, ISSN: 2007-1175. <http://eprints.uanl.mx/2721/1/11ArticuloMatorraloso.pdf>.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Fortes, D., Herrera, R. S., García, M., Cruz, A. M. & Romero, A. 2019. Mineral composition of *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115, as biomass bank, after grazing. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(4): 425-435, ISSN: 2079-3480. <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v53n4/2079-3480-cjas-53-04-425.pdf>.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses: Apparatus, reagent, procedures and some applications. In: *Agriculture Handbook No. 379*. Ed. U.S.D.A. Agricultural Research Service, Department of Agriculture, United States of America, p. 20. <https://handle.nal.usda.gov/10113/CAT87209099>.
- González Blanco, J.L., González Paneque, O., Puertas Arias, A., Machado Castillo, J. & Miranda Cabrera, I. 2018. Rendimiento en dos cultivares de *Pennisetum purpureum* Schumacher a diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Turismo, Ciencias Sociales y Económicas, Ciencias del Agro y Mar y Ciencias Exactas y Aplicadas*, 3(6): 96-108, ISSN: 2542-3088. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062680>.
- Guerrero, M.D.C., Sousa, T.R.D., Oliveira, S.A.D., Caldeira, R.R. & Pelá, A. 2020. Productivity and quality of Mombasa grass under fertilization with pig deep-litter and NPK. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24: 437-443, ISSN: 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n7p437-443>.
- Habte, E., Muktar, M.S., Abdena, A., Hanson, J., Sartie, A.M., Negawo, A.T., Machado, J.C., da Silva Ledo, F.J. & Jones, C.S. 2020. Forage performance and detection of marker trait associations with potential for napier grass (*Cenchrus purpureus*) improvement. *Agronomy*, 10(4): 1-29, ISSN: 2073-4395. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040542>.
- Herrera, R.S. 2022. Evaluation of *Cenchrus purpureus* varieties tolerant to drought in the western region of Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(2):

- 135-143, ISSN: 2079-3480. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802022000200005.
- Herrera, R.S., Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., García, M. & Cruz, A.M. 2017. Relation between some climatic factors and the chemical composition of *Tithonia diversifolia*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(2): 271–279, ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193057228013>.
- Holdridge, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José. Costa Rica. IICA. 216 p. ISBN: 92-9039-1316, <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ledeá Rodríguez, J.L., Benítez, D.G., Pérez, A., Crucito, R. & Guerra Manso, A. 2017. Comportamiento agronómico de cultivares de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la salinidad. *Revista de Producción Animal*, 29(3): 18-28, ISSN: 2224–7920, <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v29n3/rpa04317.pdf>.
- Ledeá, J.L., La O León, O., Verdecia Acosta, D., Benítez Jiménez, D.G. & Hernández Montiel, L.G. 2021. Composición química-nutricional de rebrotes de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone durante la estación lluviosa. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(54): 1-13 ISSN: 1870-0462. <https://doi.org/10.56369/tsaes.3522>.
- Ledeá, J.L., Ray Ramírez, J.V., Arias Pérez, R.C., Cruz Tejada, J.M., Rosell Alonso, G. & Reyes Pérez, J.J., 2018a. Comportamiento agronómico y productivo de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2): 343-362, ISSN: 2215-3608. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29107>.
- Ledeá, J.L., Verdecia Acosta, D., Ray Ramírez, J.V., La O León, O., Reyes Pérez, J.J. & Murillo Amado, B. 2018b. Caracterización química de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3): 655-672, ISSN: 2215-3608. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32910>.
- Lire Wachamo, H. 2022. Diversity and genome-wide association in Napier grass (*Cenchrus purpureus* L.) collections for agronomic and drought-tolerance related traits. Doctoral dissertation, Hawassa University. pp 124. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11055.61601>.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 4(543): 68-78, ISSN: 1537-274X. <https://doi.org/10.2307/2280095>.
- Méndez Martínez, Y., Reyes Pérez, J.J., Luna Murillo, R.A., Verdecia, D.M., Espinoza Coronel, A.L., Pincay-Ronquillo, W.J., Espinosa-Cunuhay, K.A., Macías-Pettao, R.K., & Herrera, R.S. 2020. Effect of climate area on yield and quality of three varieties of *Megathyrsus maximus*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2): 1-12, ISSN: 2079-3480. <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/956>.
- Muñoz González, J.C., Huerta Bravo, M., Rangel Santos, R., Lara Bueno, A. & De la Rosa Arana, J.L. 2014. Evaluación mineral de forrajes del trópico húmedo mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17: 285–287, ISSN: 1870-0462. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93931761018.pdf>.
- Ojeda Quintana, L.J., Arteaga Rodríguez, O., Escobar Escobar, L.A. & López Milián, A. 2020. Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y humus de lombriz en el establecimiento de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. Cuba CT-115. *IDESIA*, 38(2): 5-11, ISSN: 0718-3429. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200005>.
- 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(4A): 765 – 772, ISSN: 0187-7380. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.765>.
- Retureta González, C.O.R., Corrales, C.R.P., Zubiaur, R.O.M., Murillo, V.E.V., Escandón, R.S.G. & Lagunes, M.M. 2019. Efecto del riego sobre la calidad, desarrollo y producción de biomasa a dos edades de corte en *Cenchrus purpureus* cv. CT-115, para la región central del estado de Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(1): 41-48, ISSN: 2638-1716. <http://ojs.uco.mx/index.php/agropecuaria/article/view/176>.
- Reyes Castro, S., Enríquez Quiroz, J.F., Hernández Garay, A., Esqueda Esquivel, V.A. & Gutiérrez Arenas, D.A. 2018. Rendimiento de seis cultivares de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone con potencial para producción de bioetanol. *Agroproductividad*, 11(5): 56-61, ISSN: 2594-0252, <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/2020301534.7>.
- Reyes Pérez, J.J., Méndez Martínez, Y. Luna Murillo, R.A., Verdecia, D.M., Espinoza Coronel, A.L., Pincay Ronquillo, W.J., Espinosa-Cunuhay, K.A., Macías-Pettao, R.K. & Herrera, R.S. 2020. Yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in two areas of Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3): 413-424, ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/journal/6537/653767640012/653767640012.pdf>.
- Santiago Figueroa, I., Lara Bueno, A., Miranda Romero, L. A., Huerta Bravo, M., Krishnamurthy, L. & Muñoz González, J. C. 2016. Chemical and mineral composition of leucaena associated with star grass during the rainy season. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(SPE16): 3173-3183, ISSN: 2007-9230. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.387>. <https://www.scielo.org.m>

- [x/pdf/remexca/v7nspe16/2007-0934-remexca-7-spe16-3173-en.pdf](#).
- Sinche, M., Kannan, B., Paudel, D., Corsato, C., Lopez, Y., Wang, J. & Altpeter, F. 2021. Development and characterization of a Napier grass (*Cenchrus purpureus* Schumach) mapping population for flowering-time-and biomass-related traits reveal individuals with exceptional potential and hybrid vigor. *GCB Bioenergy*, 13(9): 1561-1575, ISSN: 1757-1693. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12876>.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy, 12th edn. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Lincoln. ISBN- 13. 978-0929900018, https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSConsumption/download?cid=stelprdb122094&ext=pdf.
- Sosnowski, J., Matsyura, A., Jankowski, K. & Przytuła, M. 2017. Cell wall fractions in the biomass of *Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1): 66–70, ISSN: 2520-2138, <https://doi.org/10.15421/20179>. <https://cyberleninka.ru/article/n/cell-wall-fractions-in-the-biomass-of-dactylis-glomerata-and-festuca-pratensis>.
- Spears, J.W., Brandao, V.L.N. & Heldt, J. 2022. Invited Review: Assessing trace mineral status in ruminants, and factors that affect measurements of trace mineral status. *Applied Animal Science*, 38(3): 252-267, ISSN: 2590-2873. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02232>.
- Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I. & Sucoshañay, J. 2015. Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vs Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16 (6): 1-5, ISSN: 1695-7504. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060615.html>.
- Valenciaga, D., Chongo, B., Herrera, R.S., Torres, V., Oramas, A., Cairo, J.G., & Herrera, M. 2009. Effect of regrowth age on the chemical composition of *Cenchrus purpureus* cv. CUBA CT-115. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 43(1): 71-76, ISSN: 2079-3480.
- Vander Pereira, A., de Andrade Lira, M., Machado, J.C., de Miranda Gomide, C.A., Martins, C. E., da Silva Lédo, F. J. & Daher, R.F. 2021. Elephant grass, a tropical grass for cutting and grazing. *Revista Brasileira de Ciências Agrarias*, 16(3): 1-13, ISSN: 1981-1160. <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i3a9317>.
- Villalobos, L.V. & González, J.S. 2018. Contenido macro y micromineral del pasto reygrass (*Lolium* spp.) en la zona alta de Cartago, Costa Rica. *Nutrición animal Tropical*, 12(2): 1-19, ISSN: 1409-3553. <https://doi.org/10.15517/nat.v12i2.34927>.
- Villanueva Avalos, J.F., Vázquez González, A. & Quero Carrillo, A.R. 2022. Atributos agronómicos y producción de forraje en ecotipos de *Cenchrus purpureus* en condiciones de trópico subhúmedo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27): 1-9, ISSN: 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3147>.