

Productividad y calidad de pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) solo y ensilado con subproductos agroindustriales

Productivity and quality of Mulato II grass (*Urochloa* híbrido) alone and silage with agroindustrial by-products

María Fernanda Martínez-Hernández¹, Jonathan Raúl Garay-Martínez²,
Joel Ventura-Ríos³, Benigno Estrada-Drouaillet¹, Andrés Gilberto Limas-Martínez¹,
Santiago Joaquín-Cancino^{1*}

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento 4to piso, Campus Cd Victoria. CP. 87149. Cd Victoria, Tamaulipas, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Las Huastecas, Carretera Tampico-Mante km 55. CP. 89610. Altamira, Tamaulipas, México.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, CP. 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

Artículo científico

Recibido: 20 de marzo 2024

Aceptado: 09 de mayo 2024

RESUMEN. El uso de ensilados es considerado como estrategia de alimentación en los sistemas de producción animal con rumiantes en periodos de estiaje. El objetivo fue evaluar el rendimiento y valor nutritivo en forraje y ensilado de pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) y dos aditivos, a diferente edad de rebrote. Se evaluaron edades de 3, 6 y 9 semanas y aditivos (cáscara de naranja y melaza) en ensilados: 1) Mulato II (ME); 2) Mulato II + cáscara de naranja; 3) Mulato II + melaza y 4) Mulato II + cáscara de naranja + melaza, mediante un diseño de bloques completos al azar. Las variables fueron: rendimiento (kg ha^{-1}) de materia seca total (MST) y por componente morfológico, altura de planta (AP, cm), índice de área foliar (IAF), PC, FDN, FDA y lignina en forraje y ensilado; pH, grados brix y MS (%) en ensilados. Al cosechar el forraje a la edad de rebrote de nueve semanas se obtuvo el mayor rendimiento de MS ($7\ 508\ \text{kg ha}^{-1}$), mientras que, el contenido de PC fue mayor en la semana tres de rebrote ($201\ \text{g kg}^{-1}$), superando en 10 y 29% a lo encontrado en la sexta y novena semana. Los ensilados con aditivos presentaron los valores mayores de PC y menores de FDA, FDN y pH. A mayor edad de rebrote se obtienen mayores rendimientos de MS, pero el valor nutritivo disminuye, sin embargo, el uso de la cáscara de naranja y melaza en ensilados de pasto mejora el valor nutritivo.

Palabras clave: Cáscara de naranja, melaza, ensilaje, composición química, indicadores de calidad.

ABSTRACT. The use of silage is considered as a feeding strategy in animal production systems with ruminants during dry periods. The objective was to evaluate the yield and nutritive value in forage and silage of Mulato II grass (*Urochloa* hybrid) and two additives, at different regrowth ages. Ages of 3, 6 and 9 weeks and additives (orange peel and molasses) were evaluated in silages: 1) Mulato II (ME); 2) Mulato II + orange peel; 3) Mulato II + molasses and 4) Mulato II + orange peel + molasses. The variables were: yield (kg ha^{-1}) of total dry matter (TDM) and by morphological component, plant height (PH, cm), leaf area index (LAI), CP, NDF, ADF and lignin in forage and silage; pH, brix degrees and DM (%) in silage. When the forage was harvested at nine weeks of regrowth, the highest DM yield was obtained ($7\ 508\ \text{kg ha}^{-1}$), while the CP content was higher in week three of regrowth ($201\ \text{g kg}^{-1}$), exceeding by 10 and 29% that found in the sixth and ninth weeks. The silages with additives presented the highest CP values and the lowest values of ADF, NDF and pH. The higher the age of regrowth, the higher the dry matter yields, while the nutritive value decreased; however, the use of orange peel and molasses in grass silages improved the nutritive value.

Keywords: Orange peel, molasses, silage, chemical composition, quality indicators.

Como citar: Martínez-Hernández MF, Garay-Martínez JR, Ventura-Ríos J, Estrada-Drouaillet B, Limas-Martínez AG, Joaquín-Cancino S (2024) Productividad y calidad de pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) solo y ensilado con subproductos agroindustriales. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(2): e4080. DOI: 10.19136/era.a11n2.4080.

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales de México, los forrajes son la principal fuente de alimentación para los rumiantes, se considera la fuente de nutrimentos más barata que se puede producir en relación con los concentrados (Torregroza *et al.* 2015). Pero ocurre la estacionalidad en la producción de forraje a través del año, donde en época de lluvias se tiene una alta producción y, en época seca, escasez de forraje que impacta negativamente en la productividad del animal (Muñoz-González *et al.* 2016).

El ensilaje de gramíneas tropicales se ha convertido en una estrategia para garantizar el suministro de forraje continuo durante épocas de escasez. Entre las gramíneas destacan las del género *Urochloa*, que han sido ampliamente utilizadas por los productores (Epifanio *et al.* 2016), por presentar características productivas deseables como: mayor rendimiento de biomasa por unidad de superficie, mejor calidad nutricional y excelente adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de trópico (Baptistella *et al.* 2020). En este sentido, en pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) han encontrado rendimientos de 2.8 a 9 t MS ha⁻¹ (Pizarro *et al.* 2013, Garay *et al.* 2017) y valores de proteína cruda que oscilan de 101 a 172 g kg⁻¹ (Vendramini *et al.* 2014, Garay *et al.* 2017) que se ven influenciados por la edad de la planta, factores ambientales como precipitación y temperatura, (Álvarez *et al.* 2013) y de manejo de la pradera (Rojas *et al.* 2024). Sin embargo, la baja concentración de materia seca y de carbohidratos solubles son factores que inhiben el adecuado proceso de fermentación y comprometen la calidad nutricional de los ensilados (Dongxia *et al.* 2019). Por este motivo, cuando se ensilan forrajes se debe considerar el uso de aditivos que proporcionen mayores cantidades de carbohidratos solubles y concentraciones de materia seca para mejorar la fermentación y calidad del ensilado (Andrade y Melotti 2004).

La edad de la planta al momento del corte es uno de los factores que influye en el rendimiento de forraje y valor nutritivo del ensilado (Merlo-Maydana *et al.* 2017). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y valor nutritivo del forraje solo y ensilado de Mulato II (*Urochloa* híbrido) a diferente edad de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio y características edafoclimáticas

La investigación se realizó en el periodo de máxima precipitación durante los meses de abril a junio de 2021 dentro de las instalaciones de la Posta Zootécnica Ingeniero Herminio García González de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Las coordenadas geográficas son 23° 56' 26.5" LN y 99° 05' 59.9" LO, a 193 msnm. El clima se clasifica como semiárido BS1 (h') hw (Vargas *et al.* 2007). La temperatura y precipitación media anual es de 24 °C y 940 mm, respectivamente, con la mayor precipitación de mayo a octubre. Antes de iniciar el experimento, se recolectaron muestras de suelo para evaluar características físicas y químicas del área experimental. El análisis de suelo se realizó en la Central Integral de Laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias. El suelo del lugar es de textura arcillosa (12.8% arena, 28.7% limo, 58.5% arcilla), con pH de 8.0, relación de adsorción de sodio 0.87, materia orgánica de 3.8%, 0.23% de N, 2.15, 0.72, 7.08 y 0.52 mg kg⁻¹, P, K, Fe y Zn, respectivamente.

Tratamientos y manejo agronómico

Se evaluó una pradera del cultivar Mulato II (*Urochloa* híbrido) previamente establecida. La siembra se realizó el 5 de septiembre de 2020 con densidad de 8 kg ha⁻¹ de semilla pura viable. La superficie utilizada para el desarrollo del experimento fue de 2 500 m². El tamaño de las parcelas experimentales fue de 25 m². Las parcelas fueron fertilizadas a dosis de 50N-50P-50K kg ha⁻¹ en una sola aplicación y previo al experimento se consideró realizar un corte de uniformidad a 15 cm sobre el nivel del suelo para homogenizar la pradera. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, donde se evaluaron las edades de rebrote de 3, 6 y 9 semanas.

Determinación del rendimiento de materia seca

El forraje presente se cosecho en 1 m² a 15 cm sobre el nivel del suelo para cada una de las diferentes edades de rebrote, se pesó y se tomó una submuestra de 300 g, la cual, se separó en sus componentes morfológicos: hoja (vainas + lámina foliar), tallo y material muerto. Posteriormente, las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado (OMS60, Thermo Scientific®) a 55 °C hasta obtener peso constante. Después del periodo de secado, se registró el peso seco de las submuestras de forraje y se estimó el rendimiento de materia seca de hoja (MSh, kg h⁻¹), tallo (MSt, kg h⁻¹), material muerto (MSmm, kg h⁻¹) y total (MST, kg h⁻¹) (AOAC 1995). La altura de planta (AP, cm), se determinó antes de cada corte, obteniendo el promedio de tres mediciones por repetición. A partir de la submuestra se tomaron las láminas foliares de 10 tallos para determinar el índice de área foliar (IAF), con un integrador de área (CL-202, CID Bio-Science® Inc).

Elaboración de ensilados

Se utilizaron dos aditivos para ensilar: cáscara de naranja (10%; 700 g por kg de materia verde) proveniente de la empresa juguera México Citrus Farms ubicada en Güémez, Tamaulipas y melaza (5%, 350 g por kg de materia verde) proveniente de la Asociación Ganadera Local de Ciudad Victoria. La cáscara de naranja fresca contiene 21.9% de MS, 60, 227, 171, 117, 180 y 17 g kg⁻¹ de PC, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y lignina, respectivamente (Villanueva *et al.* 2013), mientras que, Palmonari *et al.* (2020) reportan que la melaza tiene un contenido de MS de 76.8%, 66, 623, 488, 52 y 80 g kg⁻¹ de PC, azúcares totales, sacarosa, glucosa y fructosa, respectivamente. Se evaluaron tres edades de rebrote (3, 6 y 9 semanas) de pasto Mulato II, bajo un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en los siguientes: T1) Mulato II (testigo); T2) Mulato II + melaza; T3) Mulato II + cáscara de naranja y T4) Mulato II + Melaza + cáscara de naranja.

El forraje se cosecho en las diferentes edades de rebrote y se procedió a realizar el picado del forraje a tamaño de partícula 2.0 ± 0.5 cm. Para cada ensilado se pesaron 7 kg de forraje picado, se le añadió el aditivo de acuerdo con los tratamientos y se mezcló de manera uniforme, posteriormente, el material se depositó en microsilos de PVC (40 cm de altura y 6" de diámetro, con tapa fija en el extremo). El forraje se comprimió usando una prensa manual y, al finalizar, se sellaron con una capa de polietileno con cinta adhesiva.

Determinación de características químicas y contenido de materia seca en ensilados

Los silos se abrieron a los 6 meses (diciembre de 2021) y se desechó el material de la parte superior e inferior de cada uno. La porción central de silo se homogenizó. Para determinar el pH del ensilado, se colocaron 10 g de muestra en un vaso de precipitado y se agregaron 100 mL de agua destilada (pH: 7). El contenido se agitó cada 5 minutos durante 10 segundos, para un total de siete agitaciones y, después, se midió el pH con un potenciómetro (Cañaverall-Martínez *et al.* 2020). Para la medición de grados Brix, se tomaron 10 g de muestra y se procedió a macerar en un crisol y, una vez macerada, se utilizó una gota del extracto que se colocó sobre la pista del refractómetro y se realizó la lectura. Para determinar el contenido de materia seca se tomaron 200 g de muestra de ensilado y se sometió a un proceso de secado en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta obtener peso constante (AOAC 1995).

Análisis proximal

Una vez secadas las muestras, se molieron usando una criba de 1 mm de diámetro en un molino Thomas-Wiley Mill y se les determinó el contenido de proteína cruda (PC), Fibra detergente ácido (FDA), Fibra detergente neutro (FDN) y lignina, mediante un análisis de laboratorio utilizando el método de Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS, por sus siglas en inglés) (Valenciaga y Simoes 2006).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables evaluadas: MST, pH, grados Brix, MS de ensilados y las del análisis proximal se analizaron mediante un diseño de bloques completos al azar, bajo el siguiente modelo matemático: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$; donde, y_{ij} : variable de respuesta, μ : media general, τ_i : efecto del tratamiento (1, 2,...,t), β_j : efecto de bloque (1, 2, 3), ε_{ij} : efecto del error experimental. Se realizó el análisis de varianza y la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias con el procedimiento GLM del programa SAS; además se realizó un análisis discriminante canónico para las variables de rendimiento de materia seca mediante el procedimiento CANDISC del programa SAS (SAS 2002).

RESULTADOS

Rendimiento de materia seca

La primera variable canónica explica el 97.61%, siendo la altura de planta (AP) la que contribuyó con el 45.94%, mientras que, el índice de área foliar (IAF) tuvo una contribuyó con el 53.13%, las cuales, en conjunto contribuyeron con 99.07% a la formación de la primera variable canónica. La segunda variable canónica explica el 2.39% de la variabilidad y la variable que contribuyó en la formación de la segunda variable canónica fue la variable IAF que tuvo contribución del 99.98% (Tabla 1). Las variables canónicas diferenciaron a las tres edades de rebrote, la edad de rebrote de tres semanas está asociada a una menor AP, mientras que, la edad de rebrote de nueve semanas obtuvo mayor AP; la edad de rebrote de seis semanas se asoció a un mayor IAF (Figura 1).

Tabla 1. Correlación entre las variables de componentes morfológicos y las variables canónicas en pasto Mulato II a diferente edad de rebrote.

Variable	Can1	%	Can2	%
Altura de Planta	0.788	45.94	0.017	<0.01
Materia Seca de hoja	0.001	<0.01	-0.001	<0.01
Materia Seca de tallo	-0.027	0.05	-0.014	<0.01
Materia Seca de material muerto	0.108	0.87	0.036	0.01
Índice de Área Foliar	-0.848	53.13	2.972	99.98
Contribución (%)*	97.61		2.39	

Can1: Variable canónica 1. Can2: Variable canónica 2.
 %: Contribución de cada variable a la variable canónica. *Contribución de la variable canónica.

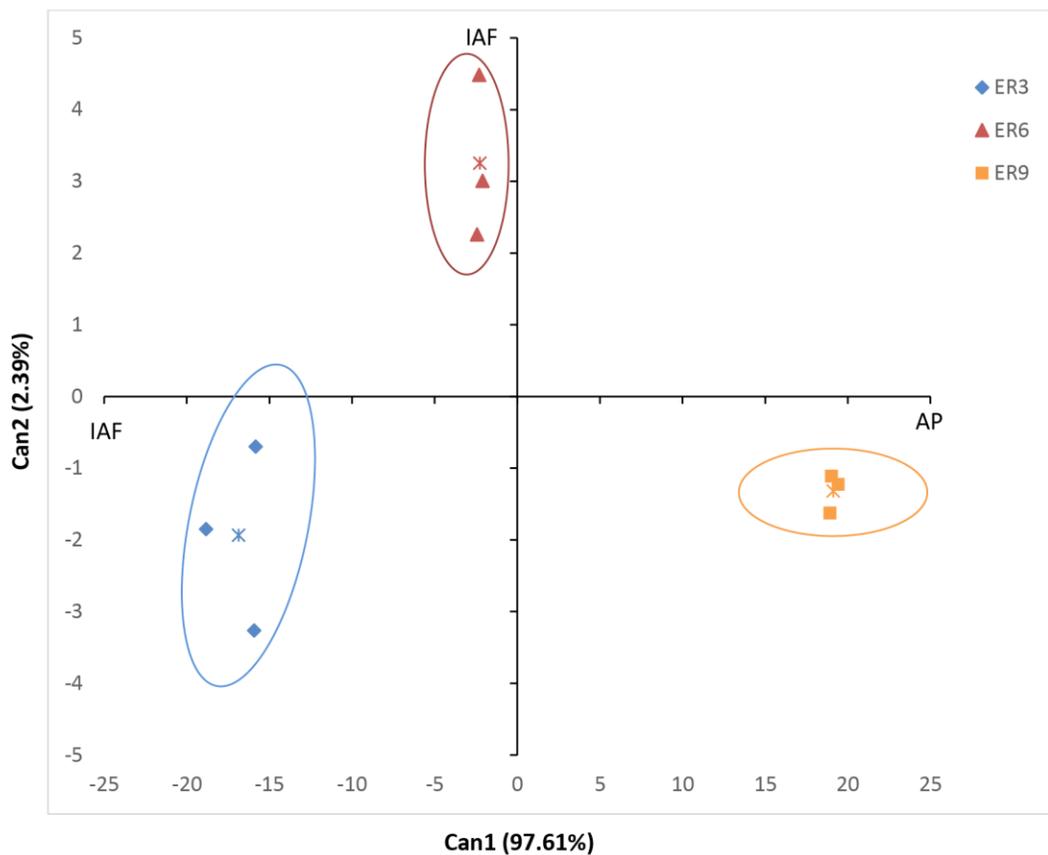


Figura 1. Gráfica biplot del rendimiento de MS y por componente morfológico a tres edades de rebrote.

El rendimiento de materia seca total fue mayor en la novena semana (7 508 kg ha⁻¹; p < 0.05), y fue superior 51 y 71% al obtenido en la sexta y tercera semana, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Materia seca total (MST) y composición química de Mulato II (*Urochloa* híbrido) a diferente edad de rebrote.

Edad de rebrote (semanas)	MST	PC	FDA	FDN	LIG
	Kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹			
3	2 203 ^b	201 ^a	290 ^c	577 ^c	15 ^c
6	3 679 ^b	178 ^b	331 ^b	622 ^b	23 ^b
9	7 509 ^a	165 ^c	352 ^a	643 ^a	38 ^a
Promedio	4 463	181.67	324.67	614.17	25.67
EEM	814.94	5.20	9.14	9.70	3.51

MST: Materia seca total. PC: Proteína cruda. FDA: Fibra detergente ácida. FDN: Fibra detergente neutra. LIG: Lignina. EEM: Error estándar de la media. Literales diferentes entre columnas (a, b, c) indican diferencia estadística (Tukey; $p = 0.05$).

Composición química del forraje

La mayor concentración de PC se encontró en la semana tres ($p < 0.05$). A medida que aumentó la edad del rebrote disminuyó la concentración de PC, al pasar de la semana tres a la seis disminuyó 12% y, de la semana seis a la nueve 18%. En contraste, los contenidos de FDA, FDN y LIG se incrementaron con la edad de la planta ($p < 0.05$), los valores máximos se tuvieron en la semana nueve. El contenido de FDA de la semana tres a la nueve aumentó 18%, la FDN un 10% y la LIG un 61% (Tabla 2).

Composición química del ensilado

El contenido de PC disminuyó con la edad de rebrote ($p < 0.05$). El mayor valor se presentó en la tercera semana, el cual, en promedio fue superior en 10 y 19% con respecto a lo obtenido en la semana seis y nueve del rebrote, respectivamente (Tabla 3). La adición de cáscara de naranja y melaza tuvo efecto ($P < 0.05$) en el contenido de PC de los ensilados. En la tercera semana, los tratamientos MM y MC mostraron los mayores valores de PC superando al tratamiento ME en 5 y 3%, respectivamente. A la edad de seis y nueve semanas, el tratamiento MC fue mayor ($p < 0.05$), superando en 11 y 14% al tratamiento ME, respectivamente. El contenido de FDA y FDN aumentó conforme la edad de rebrote, ambos tuvieron un comportamiento similar, por lo cual, en promedio los mayores valores se presentaron en la novena semana. El tratamiento ME presentó el mayor valor de FDA y FDN en las tres edades de rebrote ($p < 0.05$). La concentración de lignina fue mayor en la semana nueve (29 g kg^{-1}) con diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos donde MC fue mayor a MM, con valores de 31 y 27 g kg^{-1} , respectivamente.

Indicadores de calidad del ensilado

La variable de pH no tuvo efecto entre edad de rebrote ($p > 0.05$), mientras que, entre tratamientos hubo variaciones de pH ($p < 0.05$). Los ensilados ME obtuvieron los mayores valores de pH (5.1, 4.4 y 5.0) independientemente de la edad de rebrote, mientras que, disminuyó con la inclusión de cáscara de naranja y melaza (Tabla 4). En la novena semana, el ensilado MCM fue el único que mostró un valor de pH por debajo de 4 (3.9). En general, el contenido de grados brix disminuyó al prolongar la edad de rebrote de tres a nueve semanas ($p < 0.05$). El porcentaje de

materia seca fue inferior en la edad de nueve semanas en comparación a tres y seis semanas ($p < 0.05$); la adición de cáscara de naranja y melaza incrementaron los contenidos de materia seca de los ensilados a las seis y nueve semanas de rebrote ($p < 0.05$).

Tabla 3. Composición química de ensilados Mulato II (*Urochloa* híbrido) a diferente edad de rebrote

Tratamientos	Edad de rebrote (Semanas)	g kg ⁻¹			
		PC	FDA	FDN	LIG
ME	3	188 ^c	367 ^a	611 ^a	28 ^a
MM		197 ^a	340 ^d	511 ^c	24 ^a
MC		193 ^{ab}	361 ^b	528 ^b	27 ^a
MCM		190 ^{bc}	347 ^c	510 ^c	26 ^a
Promedio		192 ^A	353 ^C	540 ^B	26 ^B
EEM		1.09	3.34	12.59	0.44
ME	6	166 ^c	389 ^a	616 ^a	25 ^a
MM		173 ^b	353 ^c	525 ^d	22 ^a
MC		184 ^a	370 ^b	555 ^b	29 ^a
MCM		171 ^b	364 ^b	542 ^c	27 ^a
Promedio		173 ^B	369 ^B	559 ^B	26 ^B
EEM		1.84	3.11	3.45	0.81
ME	9	144 ^d	404 ^a	689 ^a	29 ^{ab}
MM		158 ^b	355 ^d	536 ^c	27 ^b
MC		165 ^a	399 ^b	665 ^b	31 ^a
MCM		155 ^c	377 ^c	538 ^c	29 ^{ab}
Promedio		155 ^C	384 ^A	607 ^A	29 ^A
EEM		2.30	5.94	21.30	0.45

ME: Mulato II ensilado. MM: Mulato II ensilado + melaza. MC: Mulato II ensilado + cáscara de naranja. MCM: Mulato II ensilado + cáscara de naranja + melaza. PC: Proteína cruda. FDA: Fibra detergente ácida. FDN: Fibra detergente neutra. LIG: Lignina. EEM: Error estándar de la media. Literales diferentes entre columnas (a, b, c) y (A, B, C) indican diferencia estadística entre tratamientos y edades de rebrote, respectivamente (Tukey, $p = 0.05$).

Tabla 4. Indicadores de calidad en ensilado de Mulato II (*Urochloa* híbrido) a diferente edad de rebrote

Tratamiento	Edad de rebrote (semanas)	pH	GB (%)	MS (%)
ME	3	5.1 ^a	14 ^{ab}	28 ^a
MM		4.2 ^b	18 ^{ab}	31 ^a
MC		4.4 ^b	13 ^b	32 ^a
MCM		4.2 ^b	18 ^a	35 ^a
Promedio		4.4 ^A	15 ^A	32 ^B
EEM		0.13	0.78	1.28
ME	6	4.4 ^a	13 ^b	31 ^c
MM		4.3 ^{ab}	19 ^a	35 ^b
MC		4.2 ^b	13 ^b	34 ^b
MCM		4.3 ^{ab}	18 ^{ab}	38 ^a
Promedio		4.2 ^A	16 ^A	35 ^A
EEM		0.01	1.01	0.73
ME	9	5.0 ^a	6 ^b	20 ^c
MM		4.0 ^c	12 ^a	25 ^a
MC		4.5 ^b	7 ^b	23 ^b
MCM		3.9 ^c	10 ^a	24 ^{ab}
Promedio		4.3 ^A	8 ^B	23 ^C
EEM		0.13	0.71	0.69

ME: Mulato II ensilado. MM: Mulato II ensilado + melaza. MC: Mulato II ensilado + cáscara de naranja. MCM: Mulato II ensilado + cáscara de naranja + melaza. pH: Potencial hidrogeno. GB: Grados brix. MS: Materia seca. EEM: Error estándar de la media. Literales diferentes entre columnas (a, b, c) y (A, B, C) indican diferencia estadística entre tratamientos y edades de rebrote, respectivamente (Tukey; $p = 0.05$).

DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca

Los rendimientos de MST obtenidos en las diferentes edades de rebrote son superiores a lo reportado por Garay-Martínez *et al.* (2022) quienes evaluaron pasto Mulato II en época de lluvia, en un suelo andisol con pH de 5.9 y 2.2% de materia orgánica, obteniendo valores de MST de 1 280, 2 320 y 4 170 kg ha⁻¹ en edades de rebrote de cuatro, seis y ocho semanas, respectivamente. En otro estudio, Da Silva *et al.* (2020) evaluaron dos cultivares de *Urochloa* establecidos en un suelo arenoso de textura fina, con pH de 5.6 y con fertilización de 60 kg N, 6 kg P y 50 kg K reportando valores de MST de 1 650 y 1 880 kg ha⁻¹ en pasto Mulato II, mientras que, en Mavuno reportaron MST de 1 900 y 2 000 kg ha⁻¹ en edades de rebrote de tres y seis semanas, respectivamente, valores

que son inferiores a los encontrados en la presente investigación. En un estudio realizado por González *et al.* (2020), encontraron en pasto Mulato II a las cuatro semanas de rebrote una AP de 43 cm e IAF de 5.6, valores superiores a los obtenidos en la presente investigación. La altura de la pradera tiene correlación positiva con la producción de forraje (Machado *et al.* 2007) y con el IAF (Gomide *et al.* 2009). En praderas del género *Urochloa* cuando se tienen valores de IAF superiores a 3 se presentan pérdidas de forraje por la senescencia de las láminas foliares (Zanchi *et al.* 2009). En el presente estudio, se observaron a las seis y nueve semanas, valores de 4.7 y 5.6 de IAF con 49 y 79 cm de AP, respectivamente. Los elevados rendimientos de MS obtenidos pueden deberse a que se tenía un contenido rico en materia orgánica (3.8%, Velasco 1983) y N (0.23%, Moreno 1978), por ende, era un suelo fértil, ya que no se había sembrado anteriormente ningún cultivo, y se utilizó fertilización.

Composición química del forraje

En la semana tres de rebrote solo se presentó el componente hoja y se obtuvieron concentraciones de PC (201 g kg⁻¹), FDA (290 g kg⁻¹), FDN (577 g kg⁻¹) y LIG (15 g kg⁻¹) (Tabla 2), valores similares a lo reportado por Rojas *et al.* (2024) en pasto Mulato II a la misma edad de rebrote y en componente hoja con contenidos de PC (209 g kg⁻¹), FDA (293 g kg⁻¹) y FDN (612 g kg⁻¹), sin fertilización. En este sentido, los valores de PC son superiores a lo reportado por Cruz-Sánchez *et al.* (2018) a las tres y cuatro semanas de rebrote con intensidades de 20 y 25 cm de altura residual, mientras que, el contenido de FDN y FDA son semejantes. En otro estudio realizado por Inyang *et al.* (2010), reportaron en Mulato II cosechado a las dos y cuatro semanas de rebrote contenidos de PC de 176 y 133 g kg⁻¹, respectivamente, valores inferiores a lo encontrado en el presente estudio. En planta completa, el contenido de PC obtenido a las seis y nueve semanas (178 y 165 g kg⁻¹, respectivamente (Tabla 2), son superiores a lo reportado por Garay *et al.* (2017) en la seis y ocho semanas de rebrote (125 y 101 g kg⁻¹, respectivamente), mediante fertilización y cosecha a 15 cm. Los valores de FDA y FDN obtenidos a las seis y nueve semanas, son semejantes a lo encontrado por Garay *et al.* (2022) en la semana seis y ocho de rebrote, mientras que, los valores de lignina son menores. En este sentido, Da Silva *et al.* (2020) evaluaron pasto Mavuno y Mulato II (*Urochloa* híbrido) a tres y seis semanas de rebrote, reportando para Mavuno contenidos de PC (120 y 100 g kg⁻¹), FDN (600 y 630 g kg⁻¹), mientras que, para Mulato II obtuvieron valores de PC (130 y 110 g kg⁻¹) inferiores a los encontrados en el presente trabajo. Al respecto, Lascano (2002) menciona que al prolongarse la edad de rebrote en la planta aumentan los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa), lo que se refleja en los altos valores de FDN, FDA y lignina, teniendo como consecuencia baja digestibilidad del forraje.

Composición química del ensilado

El ensilaje de pasto sin aditivos presentó una disminución en su composición química (Tabla 3), debido a que se producen pérdidas durante el proceso de elaboración del ensilaje (Borreani *et al.* 2018) y a las características del forraje por el alto contenido de humedad y bajos carbohidratos solubles que comprometen la calidad de fermentación del ensilaje (Dongxia *et al.* 2019). En el presente estudio, el valor de PC de Mulato II Ensilado (ME) en la semana tres de rebrote fue superior a lo reportado por González *et al.* (2020) quienes al evaluar la composición química de ensilados de cultivares de *Urochloa* a las cuatro semanas de rebrote, encontraron valores de 143,

144 y 145 g kg⁻¹ PC en Mulato II, Cobra y Cayman, respectivamente, sin el uso de aditivos. En el presente estudio, el uso de los diferentes aditivos incrementó la composición química del ensilado. De acuerdo con Zanine *et al.* (2006), los aditivos que se utilicen para ensilar gramíneas tropicales deben de tener buen contenido de materia seca, capacidad de absorción de agua, buena palatabilidad y carbohidratos solubles que ayuden a mejorar el proceso de fermentación. Según Villanueva *et al.* (2013), la cáscara de naranja tiene un contenido de materia seca de 21.9%, 60, 227, 171, 117, 180 y 17 g kg⁻¹ de PC, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y lignina, respectivamente, mientras que, Palmonari *et al.* (2020) encontraron que la melaza tiene un contenido de materia seca de 76.8%, 66, 623, 488, 52 y 80 g kg⁻¹ de PC, azúcares totales, sacarosa, glucosa y fructosa, respectivamente. De acuerdo con la composición química de ambos aditivos, se justifica su uso para el ensilaje. En un estudio realizado por Souza *et al.* (2022) donde evaluaron maíz ensilado mezclado con 40% de cáscara de naranja, encontraron incrementos de 77 a 98, 477 a 513 y 249 a 287 g kg⁻¹ de PC, FDN y FDA, respectivamente, comportamiento similar al observado en la presente investigación en la semana seis y nueve del rebrote (Tabla 3). En ese sentido, Dahiru *et al.* (2022) obtuvieron un incremento de PC del 0.6% al añadir 6% de cáscara de naranja en ensilados de pasto Llanero (*Andropogon gayanus*), comportamiento semejante al observado en el presente estudio al añadir 10% de cáscara de naranja al ensilaje con pasto Mulato II incrementó 0.5, 1.8 y 2.1% en la semana tres, seis y nueve de rebrote, respectivamente. En otra investigación realizada por Cruz *et al.* (2019), encontraron valores de 72, 647 y 484 g kg⁻¹ de PC, FDN y FDA, respectivamente, en ensilados de avena añadiendo 30% de cáscara de naranja. Los incrementos en el contenido de PC, FDN y FDA pueden deberse a que, al añadir cáscara de naranja al forraje, se obtiene un ensilado con menor contenido de carbohidratos no fibrosos (celulosa y hemicelulosa) (Anjos *et al.* 2022) y al contenido de fibras que son de fácil fermentación, obteniendo mayores valores de digestibilidad (Grizotto *et al.* 2020). La adición de cáscara de naranja al ensilaje aumenta el contenido de levaduras y bacterias ácido-lácticas, las cuales, favorecen la degradación de carbohidratos no fibrosos (Ebrahimi *et al.* 2014, Grizotto *et al.* 2020).

Indicadores de calidad

La MS, pH y GB son algunos indicadores que se utilizan para determinar la calidad del ensilado. El proceso de ensilaje correcto pretende tener un contenido adecuado de materia seca entre 30 y 35% (Kung *et al.* 2018) y un pH que debe mantenerse de entre 3.8 a 4.5 que indica un adecuado proceso de fermentación (López *et al.* 2013, Borreani *et al.* 2018). En este sentido, Kung *et al.* (2018) reportaron el contenido de MS en productos finales de fermentación de diferentes ensilados de pasto del 25 a 35% y en ensilados de maíz del 30 a 40%, con pH que oscila entre 3.7 a 4.7. Los valores reportados en el presente estudio (Tabla 4) en la semana tres y seis de rebrote de los tratamientos MM, MC y MCM, se encuentran dentro de estos rangos. Sin embargo, en la tercera y novena semana en el tratamiento ME, se obtuvo pH alto y bajo contenido de MS, comportamiento semejante a lo reportado por Jayme *et al.* (2009) quienes encontraron valores de pH de 4.8 a 5.4 en ensilados de *Brachiaria brizhanta* cosechados a las 4, 8 y 12 semanas, con contenidos de MS de 17.16, 18.83 y 17.76%, respectivamente, sin el uso de aditivos. El pH alto y las pérdidas de MS se debe a que ocurrió una fermentación secundaria por bacterias clostridiales (Conaghan *et al.* 2012). La disminución del porcentaje de MS (Tabla 4) en la semana nueve está relacionada con los carbohidratos solubles, FDN y PC que tiene la planta a esta edad y por la

presencia de mayor cantidad de tallo (De Oliveira *et al.* 2018, Patiño-Pardo *et al.* 2022). Aunado a lo anterior, se deben considerar las pérdidas de MS que existen antes de realizar el ensilaje al momento del corte, secado y picado (Rotz 2003), el retraso en el cierre del silo, así como las pérdidas normales asociadas durante el proceso de fermentación en el ensilado, las cuales, se deben a la producción de dióxido de carbono (Borreani *et al.* 2018). La disminución del pH en los ensilados se debe al ácido láctico que se produce por fermentación de los sustratos ricos en carbohidratos (Serna y Rodríguez *et al.* 2005) y la melaza contiene 34% de carbohidratos solubles (Boschini-Figueroa *et al.* 2014), mientras que, la pulpa de naranja contiene 72% de nutrientes digestibles (Souza *et al.* 2022). En este sentido, la cáscara de naranja presenta pH ácido por la presencia de ácidos orgánicos principalmente cítrico, málico, ascórbico y tartárico (Falade *et al.* 2003), que tienen efecto principalmente en favorecer la fase de fermentación del ensilado (Ülger *et al.* 2020).

Los grados brix (sólidos solubles) se utilizan como un indicador del valor nutricional de un forraje, expresados como porcentaje de sacarosa, influenciada por la especie, edad de cosecha y tasa fotosintética a lo largo del día (Cardona-Iglesias *et al.* 2020). Los carbohidratos solubles se producen en las hojas, gracias al proceso de fotosíntesis (Fernández 2003). En gramíneas tropicales, Suárez-Paternina *et al.* (2015) reportaron para Mulato II (*Urochloa* híbrido), pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) concentraciones de grados brix de 9.0, 8.2 y 7.1%, respectivamente, valores inferiores a lo encontrado en este estudio (Tabla 4). Los grados brix están relacionados con la tasa fotosintética de la planta, encontrando menores concentraciones por la mañana con relación al mediodía y tarde (Urbano-Estrada *et al.* 2020). Se encontraron valores elevados de grados brix porque el forraje se cosecho a medio día y a la cantidad de carbohidratos solubles que contiene la melaza y pulpa de naranja. La disminución de los grados brix al incrementar la edad de rebrote se debe a una menor cantidad de nitrógeno en las hojas (Suárez-Paternina *et al.* 2015) y de carbohidratos no estructurales (Cardona-Iglesias *et al.* 2020).

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de materia seca se obtuvo en la edad de rebrote de nueve semanas. La mayor calidad del forraje se obtuvo en la edad del rebrote de tres semanas, sin embargo, durante el ensilaje el valor de PC disminuyó 1.3 %. La adición de melaza y cáscara de naranja al ensilaje, mejoraron parámetros de calidad del forraje como el contenido PC, así como las variables de calidad del ensilado; pH, grados brix y el contenido de materia seca. El tratamiento MC obtuvo los mayores valores de PC y bajos niveles de FDN y FDA.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias por facilitar las instalaciones de la Posta Zootécnica para el establecimiento de las parcelas experimentales. A la empresa Grupo Papalotla, S. A. de C. V. por proporcionar la semilla de pasto Mulato II para su evaluación y al Departamento de

Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por facilitar el Laboratorio de Nutrición Animal para realizar los análisis bromatológicos de las muestras.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia

LITERATURA CITADA

- Álvarez A, Herrera RS, Díaz L, Noda A (2013) Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 47(4): 413-417. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193029815015>
- Andrade SJ, Melotti L (2004) Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 41(6): 409-415. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962004000600009>
- Anjos AN, Almeida CJC, Viegas CR, Silva FPH, Morais FL, Nepomuceno DD, Brandão CCA, Almeida SF (2022) Protein and carbohydrate profiles of 'Massai' grass silage with pelleted citrus pulp and microbial inoculant. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 57: e02732. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02732>
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. 771p.
- Baptistella JLC, López de ASA, Favarin JL, Mazzafera P (2020) *Urochloa* in Tropical Agroecosystems. Frontiers in Sustainable Food Systems 4: 1-17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00119>
- Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ, Muck RE (2018) Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. Journal of Dairy Science 101(5): 3952-3979. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
- Boschini-Figueroa C, Pineda-Cordero L, Chacón-Hernández P (2014) Evaluation of Ratana grass (*Ischaemum indicum* Houtt.) silage with three different kinds additives. Agronomía Mesoamericana 25(2): 297-311. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v25i2.15435>
- Cañaveral-Martínez UR, Sánchez-Santillán P, Torres-Salado N, Sánchez-Hernández D, Herrera Pérez J, Rojas-García AR (2020) Características de calidad, bromatológicas y fermentativas *in vitro* de ensilado de mango maduro. Revista Mexicana Agroecosistemas 8(1): 82-90.
- Cardona-Iglesias JL, Urbano-Estrada MF, Castro-Rincón E (2020) Evaluación de sólidos solubles en recursos forrajeros del trópico alto en el departamento de Nariño. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 15(2): 8-22. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.15.2.1>
- Conaghan P, O'Kiely P, O'Mara FP (2012) Possibilities of increasing the residual water-soluble carbohydrate concentration and aerobic stability of low dry-matter perennial ryegrass silage through additive and cultivar use. Grass and Forage Science 67(2): 177-198. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00833.x>
- Cruz A, Rodríguez AM, Pineda C (2019) Efecto de la suplementación con ensilaje de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L) sobre algunos parámetros metabólicos en vacas de leche. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 30(4): 1494-1503. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17157>
- Cruz-Sánchez OE, Cruz-Hernández A, Gómez-Vázquez A, Chay-Canul AJ, Joaquín-Cancino S, de la Cruz-Lázaro E, Márquez-Quiroz C, Osorio-Osorio R, Hernández-Garay A (2018) Producción de forraje y valor nutritivo del pasto mulato II (*Bracharia* híbrido 36087) a diferente régimen de pastoreo. Agroproductividad 11(5): 18-23.
- Da Silva SHM, Vendramini BJM, De Oliveira LFC, Filho SCV, Kaneko M, Silveira LM, Sanchez J, Yarborough J (2020) Harvest frequency effects on herbage characteristics of 'Mavuno' Brachiariagrass. Crop Science 60(2): 1113-1122. <https://doi.org/10.1002/csc2.20046>
- Dahiru M, Abdurrahman LS, Umar MA, Muhammad Y, Muhammad SA, Rahama MH, Halilu H, Abdullahi B (2022) Effects of fruits peels as an additives on ensiling qualities of gamba grass. Journal of Agriculture and Agricultural Technology 8(2): 145-149. <https://doi.org/10.33003/jaat.2022.0802.19>

- De Oliveira FC, Sánchez JMD, Vendramin JMB, Lima CG, Luz PHC, Rocha CO, Techio PLE, Rodrigues HV (2018) Diurnal vertical and seasonal changes in non-structural carbohydrates in Marandu palisade grass. The Journal of Agricultural Science 156(3): 457-464. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000394>
- Dongxia L, Kuikui N, Yingchao Z, Yanli L, Fuyu Y (2019) Fermentation characteristics, chemical composition and microbial community of tropical forage silage under different temperatures. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 32(5): 665-674. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0085>
- Ebrahimi M, Rajion MA, Goh YM, Farjam AS, Sazili AQ, Schonewille JT (2014) The effects of adding lactic acid bacteria and cellulase in oil palm (*Elais Guineensis* Jacq.) frond silages on fermentation quality chemical composition and *in vitro* digestibility. Italian Journal of Animal Science 13(3): 557-562. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3358>
- Epifanio PS, Costa KAD, Guarnieri A, Teixeira DAA, Oliveira SS, da Silva VR (2016) Silage quality of *Urochloa brizantha* cultivars with levels of campo grande Stylosanthes. Acta Scientiarum. Animal Sciences 38(2): 135-142. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i2.29631>
- Falade OS, Sowunmi OR, Oladipo A, Tubosun A, Adewusi SR (2003). The level of organic acids in some Nigerian fruits and their effect on mineral availability in composite diets. Pakistan Journal of Nutrition 2(2): 82-88. <http://dx.doi.org/82-88>. 10.3923/pjn.2003.82.88
- Fernández A (2003) El efecto de los azúcares solubles sobre la ganancia de peso y su relación con el manejo de los verdes de invierno. Sitio Argentino de Producción Animal 219(20): 34-37.
- Garay JR, Joaquín S, Zárate P, Ibarra MA, Martínez JC, González RP, Cienfuegos EG (2017) Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria* spp. cultivars in the humid tropics of Ecuador. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 5(2): 66-76. [https://doi.org/10.17138/tgft\(5\)66-76](https://doi.org/10.17138/tgft(5)66-76)
- Garay-Martínez JR, Estrada B, Martínez JC, Joaquín S, Guevara HP, Acosta MV, Cienfuegos EG (2022) Rendimiento y digestibilidad de forraje de cultivares de *Urochloa* spp. a tres edades de rebrote en épocas de lluvias y seca. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 13(1): 297-310. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5265>
- Gomide CA, Reis RA, Simili FF, Moreira AL (2009) Atributos estruturais e produtivos de capim-marandu em resposta à suplementação alimentar de bovinos e a ciclos de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44(5): 526-533. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000500013>.
- González A, Garay JR, Estrada B, Bernal A, Limas AG, Joaquín S (2020) Rendimiento y contenido de proteína en forraje y ensilado de pasto Insurgente e híbridos de *Urochloa*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11(SPE24): 177-189. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2368>.
- Grizotto KR, Siqueira RG, Campos AF, Modesto TR, Resende DF (2020) Fermentative parameters and aerobic stability of orange peel silage with pelleted citrus pulp. Revista Brasileira de Zootecnia 49: e20190265. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190265>
- Inyang U, Vendramini JM, Sellers B, Silveira ML, Lunpha A, Sollenberger LE, Adesogan A, Palva LM (2010) Harvest frequency and stubble height affect herbage accumulation, nutritive value, and persistence of 'Mulato II' *Brachiariagrass*. Forage and Grazinglands 8(1): 1-7. <https://doi.org/10.1094/FG-2010-0923-01-RS>
- Jayme CG, Molina LR, Gonçalves LC, Jayme DG, Pires DA, Borges I (2009) Determinação do momento de colheita da *Brachiaria brizantha* (hochest.) stapf. cv. Marandu para produção de silagem. Ciência e Agrotecnologia 33(2): 586-591. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000200035>
- Kung L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ (2018) Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. Journal of Dairy Science 101(5): 4020-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
- Lascano CE (2002) Caracterización de las pasturas para maximizar producción animal. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 10(2): 126-132.
- López T, Prado-Barragán A, Nevárez-Moorillón GV, Contreras JC, Rodríguez R, Aguilar CN (2013) Incremento de la capacidad antioxidante de extractos de pulpa de café por fermentación láctica en medio sólido. CyTA-Journal of Food 11(4): 359-365. <https://doi.org/10.1080/19476337.2013.773563>
- Machado LAZ, Fabrício AC, De Assis PG, Maraschin GE (2007) Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42(10): 1495-1501. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001000018>
- Merlo-Maydana FE, Ramírez-Avilés L, Ayala-Burgos AJ, Ku-Vera JC (2017) Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán, México. Journal of the Selva Andina Animal Science 4(2): 116-127. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2017.040200116>

- Moreno DR (1978) Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrientes asimilables. INIA-SARH. Ciudad de México.
- Muñoz-González JC, Huerta-Bravo M, Lara-Bueno A, Rangel-Santos R, de la Rosa-Arana JL (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>
- Palmonari A, Cavallini D, Sniffen CJ, Fernandes L, Holder P, Fagioli L, Fusaro I, Biagi G, Formigoni A, Mammi L (2020) Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science* 103(7): 6244-6249. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644>
- Patiño-Pardo R, Benítez-Ríos YJ, Valdés-Vargas ED (2022) Ensilados de *Megathyrus maximus*: Efecto del horario de corte y de la inoculación microbiana. *Revista MVZ Córdoba* 27(3): e2654-e2654. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2654>
- Pizarro E, Hare M, Mutimura M, Changjun B (2013) *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 1(1): 31-35. [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)31-35](https://doi.org/10.17138/tgft(1)31-35)
- Rojas AR, Maldonado MÁ, Ortega SÁ, Palemón, Pérez H, Ventura J (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/10.17138/tgft\(12\)1-10](https://doi.org/10.17138/tgft(12)1-10)
- Rotz CA (2003) How to Maintain Forage Quality during Harvest and Storage. *Advances in Dairy Technology* 15: 227-239.
- SAS (2002) Statistical analysis software. The SAS 9.1 for Windows. SAS institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- Serna L, Rodríguez A (2005) Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. *Ciencia Tecnología Alimentaria* 5 (1): 54-65. <https://doi.org/10.1080/11358120509487672>
- Souza OA, Taveira SJH, Santos MAJ, Fernandes BP, Costa PAK, Costa MC, Gurgel CAL, Silva GAC, Costa PJV (2022) Chemical composition and fermentation characteristics of maize silage with citrus pulp. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 23: e21352022. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-9940213502022>
- Suárez-Paternina E, Reza-García S, Cuadrado-Capella H, Pastrana-Vargas I, Espinosa-Carvajal M, Mejía-Kerguelén S (2015) Variación en la concentración de sólidos solubles durante el día, en tres pasturas en época seca en el valle medio del río Sinú. *Corpoica Ciencia Tecnológica Agropecuaria* 16(2): 181-188. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:367
- Torregroza L, Reza S, Suárez E, Espinosa M, Cuadrado H, Pastrana I, Mejía S, Jiménez N, Abuabara Y (2015) Producción de carne en pasturas irrigadas y fertilizadas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II en el valle del Sinú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(1): 131-138. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:391
- Ülger İ, Beyzi SB, Kaliber M, Konca Y (2020) Chemical, nutritive, fermentation profile and gas production of citrus pulp silages, alone or combined with maize silage. *South African Journal of Animal Science* 50(1): 161-169. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v50i1.17>
- Urbano-Estrada MF, Cardona-Iglesias JL, Castro-Rincón E (2020) Variación en la concentración de sólidos solubles en tres especies arbustivas forrajeras del trópico alto de Colombia. *Pastos y Forrajes* 43(3): 201-209.
- Valenciaga D, Saliba OES (2006) La espectroscopia de reflectancia en el infrarojo cercano (NIRS) y sus potencialidades para la evaluación de forrajes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 40(3): 259-267. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017723001.pdf>
- Vargas TV, Hernández RME, Gutiérrez JL, Plácido DCJ, Jiménez AC (2007) Clasificación climática del Estado de Tamaulipas. *CienciaUAT* 2(2): 15-19. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942910001.pdf>
- Vendramini JM, Sollenberger LE, Soares AB, Silva, WL, Sanchez JM, Valente AL, Aguiar AD, Mullenix MK (2014) Harvest frequency affects herbage accumulation and nutritive value of brachiaria grass hybrids in Florida. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 2(2): 197-206. [https://doi.org/10.17138/tgft\(2\)197-206](https://doi.org/10.17138/tgft(2)197-206)
- Velasco HA (1983) *Problemario, uso y manejo del suelo: teoría y laboratorio*. Editorial Limusa, Universidad de Texas, USA. 113p.
- Villanueva Z, Ibarra MA, Zárate P, Briones F, Escamilla OS, González A, Gutiérrez E (2013) Comportamiento productivo de corderos de pelo alimentados con residuo fresco de naranja (*Citrus sinensis*) en sustitución de granos de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 47(1): 27-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193028545006>

- Zanchi FB, Waterloo MJ, Aguiar LJC, Randow CV, Kruijt B, Cardoso FL, Manzi AO (2009) Estimativa do índice de área foliar (IAF) e biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica* 39(2): 335-348. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000200012>.
- Zanine AM, Santos ED, Ferreira DJ, Pereira OE, Almeida JC (2006) Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 43(6): 03-809. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2006.26560>