

## Comportamiento agronómico y nutricional de especies mejoradas en un sistema de pastoreo racional Voisin, en Panamá

### Agronomic and nutritional performance of cultivated species in a Voisin rational grazing system, in Panama

Jesús Manuel Iglesias-Gómez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9501-1938>, José Miguel Alejandro Domínguez-Escudero<sup>2</sup>, Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1450-5611>, Yuseika Olivera-Castro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5330-2390>, Odalys Caridad Toral-Pérez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5917-3948> y Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8531-3425>  
<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central Española Republicana, CP44280, Matanzas. Cuba. <sup>2</sup>Productor investigador independiente, graduado de la Maestría en Pastos y Forrajes, de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Correo electrónico: iglesias@ihatuey.cu, wencomo@ihatuey.cu, yuseika@ihatuey.cu, mmilera@ihatuey.cu, otoral@ihatuey.cu

#### Resumen

**Objetivo:** Caracterizar el comportamiento agronómico y la composición química de especies mejoradas en un sistema de pastoreo racional Voisin, en el trópico húmedo de Los Santos, Panamá.

**Materiales y Métodos:** Se evaluó el rendimiento y el valor nutricional de un grupo de especies mejoradas, con 24 cuarterones y 1,9 días de ocupación promedio. El sistema se pastoreó con 53 novillos de base Cebú y sus cruces F1 y F2 (Cebú x Holstein). Se midieron como indicadores principales: producción de forraje total (kg de MS/ha/rotación), oferta de forraje por especie y porcentajes de MS, PB, FDA, FDN, DIVMS<sub>30</sub>, EM, Cenizas, Ca y P. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple. Se utilizó el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 22.

**Resultados:** La producción de forraje varió entre 3 344 y 4 442 kg de MS/ha/rotación. El mayor rendimiento de pastos se obtuvo en la época de máxima precipitación. Los mejores rendimientos ( $p < 0,001$ ) se obtuvieron en el género *Megathyrsus* (cvs. Tanzania y Massai), con ofertas de 34,9 y 31,9 t de MS/ha/año, superiores a las de los diferentes cvs. de *Urochloa*. En cuanto a la disponibilidad de MS/ha/rotación, los menores valores se lograron en los cultivares Toledo y Humidicola. La calidad fue superior en la época lluviosa. El promedio alto de MS en el poco lluvioso (40,80 %) condicionó bajos valores de PB (6,85 %), bajo contenido energético (1,57 Mcal/kg), baja digestibilidad (55,7 %) y altos contenidos de FDN (74,2 %).

**Conclusiones:** El rendimiento promedio y la oferta de pastos de las especies fueron aceptables para las condiciones edafoclimáticas imperantes en el ecosistema, ya que no se utilizó riego ni fertilización externa; aunque disminuyeron en la época poco lluviosa, al igual que la calidad nutritiva. El género *Megathyrsus* se destacó por sus mejores indicadores de producción, mientras que *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg sobresalió por su alto valor nutritivo.

**Palabras clave:** composición química, oferta, producción de biomasa

#### Abstract

**Objective:** To characterize the agronomic performance and chemical composition of cultivated species in a Voisin rational grazing system, in the humid tropic of Los Santos, Panama.

**Materials and Methods:** The yield and nutritional value of a group of cultivated species were evaluated, with 24 paddocks and 1.9 days of average occupation. The system was grazed with 53 Zebu-based steers and their F1 and F2 crossings (Zebu x Holstein). The main indicators measured were: total forage production (kg DM/ha/rotation), forage supply per species and percentages of DM, CP, ADF, NDF, IVDMD30, ME, Ash, Ca and P. The data were processed using simple classification variance analysis. The statistical package IBM® SPSS® Statistics version 22 was used.

**Results:** Forage production varied between 3 344 and 4 442 kg DM/ha/rotation. The highest pasture yield was obtained in the rainy season. The best yields ( $p < 0,001$ ) were obtained in the genus *Megathyrsus* (cvs. Tanzania and Massai), with offers of 34,9 and 31,9 t DM/ha/year, higher than those of the different *Urochloa* cvs. Regarding the availability of DM/ha/rotation, the lowest values were achieved in the cultivars Toledo and Humidicola. The quality was higher in the rainy season. The high average DM in the dry season (40,80 %) conditioned low CP values (6,85 %), low energy content (1,57 Mcal/kg), low digestibility (55,7 %) and high contents of NDF (74,2%).

**Conclusions:** The average yield and pasture supply of the species were acceptable for the prevailing edaphoclimatic conditions in the ecosystem, since no irrigation or external fertilization was used; although they decreased in the dry season, as well as the nutritional quality. The genus *Megathyrsus* stood out for its better production indicators; while *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg stood out for its high nutritional value.

**Keywords:** chemical composition, supply, biomass production

Recibido: 25/10/2021

Aceptado: 14/03/2022

Como citar este artículo: Iglesias-Gómez, Jesús Manuel; Domínguez-Escudero, José Miguel Alejandro; Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz; Olivera-Castro, Yuseika; Toral-Pérez Odalys Caridad & Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad. Comportamiento agronómico y nutricional de especies mejoradas en un sistema de Pastoreo Racional Voisin en Panamá. *Pastos y Forrajes*. 45:e10, 2022.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

## Introducción

En América Latina, la ganadería desempeña una función preponderante, por sus aportes a la economía, a la seguridad alimentaria, la nutrición, la reducción de la pobreza y a la sustentabilidad ambiental (Ezquerro-Cañete, 2022). En este contexto, las pasturas naturalizadas cubren la mayor parte de las áreas de pastoreo y son la base de la producción bovina en el ámbito regional (Triana-González *et al.*, 2016). No obstante, se caracterizan por presentar bajos rendimientos y escasa calidad, lo que se denota en su bajo contenido de proteína bruta y carbohidratos solubles, alta concentración de fibra, poca digestibilidad y bajo tenor de energía metabolizable (López-Vigoa *et al.*, 2017).

Ante la baja productividad y calidad de las pasturas nativas y su degradación paulatina, así como con la finalidad de aumentar la capacidad de carga en los sistemas ganaderos, se hace imprescindible en sistemas intensivos de producción el establecimiento de pasturas mejoradas con gramíneas y leguminosas introducidas.

*Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon se caracteriza por su gran potencial de producción de forraje, amplio rango de adaptación al clima y al suelo, tolerancia a la sequía y excelente calidad forrajera. Además, es ideal para los sistemas silvopastoriles porque tolera muy bien la sombra (Zambrano-Mejía, 2016). También *Urochloa* (comúnmente llamada brachiaria) es una de las hierbas tropicales más importantes entre las distribuidas por los trópicos. La mayoría de las especies comerciales de *Urochloa* se adaptan a suelos ácidos, y tienen requerimientos internos más bajos (especialmente en P, Ca y Mg) que otras gramíneas comerciales (Noreña, 2017).

El maní forrajero, asociado con gramíneas estoloníferas, ha permitido incrementos de 15,0 % en leche y 20,0 % en carne en experimentos controlados mediante la mejora de la dieta animal y de la actividad biológica del suelo, debido a la fijación de nitrógeno y a la mayor presencia de lombrices de tierra en los pastizales asociados (Andrade-Yucailla *et al.*, 2016; Báez-Lizarazo, 2018).

En sentido general, se ha informado superioridad en los pastos introducidos o cultivados, con respecto a las pasturas naturales, cuando se analiza la productividad, el valor nutritivo, la resistencia a los factores estresantes de suelo, a las plagas y enfermedades, así como la persistencia y los indicadores productivos en su evaluación con animales.

En este sentido, Milera-Rodríguez (2018) resumió que los rendimientos de MS/ha/año, sin el uso de fertilizantes ni riego (resultados que sirven de base a los sistemas agroecológicos) fueron mayores en 44,6 % en las variedades comerciales, con cifras en los rangos de 11,6-19,5; 10,0-12,0 y 8,0-16,5 t de MS para las macollosas, las erectas y las rastreras, respectivamente, en comparación con 6,0-8,0 t en los pastos nativos.

Al considerar estos antecedentes, se realizó la presente investigación, con la finalidad de Caracterizar el comportamiento agronómico y la composición química de especies mejoradas en un sistema de pastoreo racional Voisin, en el trópico húmedo de Los Santos, Panamá.

## Materiales y Métodos

**Ubicación y duración del ensayo.** La investigación se realizó en la finca ganadera Pajonales, que se encuentra en el km 4,5 del Corregimiento de Nuario, Distrito Las Tablas, Provincia Los Santos, República de Panamá, en las coordenadas UTM N 575584, W 831759, a una altitud de 484 msnm. *Características edafoclimáticas.*

Las características edafoclimáticas de la finca, así como los aspectos del manejo de los pastos y de los animales han sido descritas por Domínguez-Escudero *et al.* (2021).

**Comunidad vegetal.** Los pastos cultivados que predominaron en el sistema fueron las poáceas *Cynodon dactylon* L. Pers cv. Alicia, *Digitaria didactyla* Willd cv. Swazi, *Urochloa arrecta* Morrone & Zuloaga cv. Tanner, *M. maximus* cv. Tanzania, *M. maximus* cv. Mombaza, *M. maximus x Megathyrus infestum* cv. Massai, *Urochloa brizantha* R.D. Webster cv. CIAT-6780, *U. brizantha* cv. CIAT-26110, *Urochloa decumbens* R.D. Webster cv. CIAT-606, *Urochloa humidicola* Morrone & Zuloaga cv. CIAT-679, *U. humidicola* cv. CIAT-6133, *Urochloa híbrido* CIAT-36087, y la fabácea *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg cv. CIAT-18744. Los detalles acerca de la siembra y su establecimiento aparecen en la publicación de Domínguez-Escudero *et al.* (2021).

## Mediciones y estimaciones

**Producción de forraje.** Se estimaron los indicadores producción total de forraje (kg de MS/ha/rotación bimestral y promedio) y oferta de forraje por especie (t de MS/ha/año y por rotación), a partir del método ágil de Martínez *et al.* (1990). La altura de corte en erectas fue de 20 cm y de 10 cm en las rastreras. También se midió la altura del pasto (cm) a la entrada y a la salida de los animales del cuartón con una cinta

métrica graduada, a razón de 30 observaciones por cuartón, así como el porcentaje de utilización del pasto.

**Composición química.** La composición química del pasto se estimó de forma bimestral, según la tecnología NIRS (Rivera-Rivera y Alba-Maldonado, 2017). Se midieron los indicadores MS, PB, FDA, FDN, DIVMS<sub>30</sub>, ceniza, Ca y P y la EM.

**Análisis estadísticos.** Los datos se procesaron mediante un ANOVA de clasificación simple, después que se verificó si cumplían con los supuestos teóricos del análisis de varianza: la homogeneidad de la varianza por la dócima de Levene (1960) y la normalidad de los errores mediante la prueba de Shapiro y Wilk (1965). En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre especies, se usó la prueba de comparación múltiple de Duncan, con 95 % de confianza.

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se expone la producción total de forraje por bimestre, que varió entre 3 344 y 4 442 kg de MS/ha/rotación. Los mayores valores se obtuvieron ( $p < 0,001$ ) en el último bimestre de la época lluviosa y en el primero (enero-febrero) del año 2020. Este último coincidió con el período poco lluvioso. La alta producción de biomasa en enero y febrero, meses en los que no ocurrieron

precipitaciones, se pudo deber a que, en los anteriores (noviembre y diciembre del 2019), los acumulados de lluvia estuvieron por encima de 100 mm. A esto se suma el período de descanso (60 días) que tuvieron los pastos en el bimestre noviembre-diciembre, diez días por encima del promedio para las diferentes especies (Domínguez-Escudero *et al.*, 2021). Por tanto, se acumuló mayor cantidad de biomasa y reservas en los pastos, lo que corrobora lo planteado por Senra *et al.* (2005).

En cuanto a las especies más representativas del pastoreo (tabla 2), los mejores rendimientos se obtuvieron en el género *Megathyrsus*, representado por los cvs. Tanzania y Massai, con 34,9 y 31,9 t de MS/ha/año, que difirieron significativamente ( $p < 0,001$ ) de los diferentes cvs. de *Urochloa*. Con respecto a la disponibilidad de MS/ha/rotación, los menores valores se lograron en los cultivares Toledo y Llanero, con menos de 4,0 t.

Milera-Rodríguez *et al.* (2013) plantearon que las gramíneas macollosas, como es el género *Megathyrsus*, tienen un rendimiento medio superior a las rastreras (*Urochloa*), lo que se evidenció en este estudio, donde las condiciones del suelo (pH de 5,6 y textura franco-arenosa) favorecieron su persistencia y producción de MS con respecto a las brachiarias, que necesitan de suelos con pH más bajo y mejor drenados para expresar su máximo potencial.

Tabla 1. Producción bimestral de forraje en el sistema de pastoreo rotacional Voisin (kg de MS/ha/rotación).

Indicador	Mayo- Junio	Julio-agosto	Septiembre-octubre	Noviembre diciembre	Enero-febrero	$\bar{x}$	DS
Producción de forraje	3 344 <sup>d</sup>	3 531 <sup>c</sup>	3 887 <sup>b</sup>	4 287 <sup>a</sup>	4 442 <sup>a</sup>	3 898	444

a, b, c y d; Medias con diferentes superíndices difieren a  $p < 0,05$   
 $p < 0,001^{***}$

Tabla 2. Rendimiento de los cultivares más representativos del pastoreo.

Variable	Tanzania	Massai	Mulato	Toledo	LLanero	$\bar{x}$	ES $\pm$
Oferta de forraje, t de MS/ha/año	34,9 <sup>a</sup>	31,9 <sup>ab</sup>	25,1 <sup>b</sup>	15,7 <sup>c</sup>	12,2 <sup>c</sup>	24,96	2,06 <sup>***</sup>
Oferta de forraje, t de MS/ha/rotación	5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,0 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>bc</sup>	2,8 <sup>c</sup>	4,79	0,25 <sup>***</sup>
Utilización, %	72,0 <sup>ab</sup>	75,0 <sup>ab</sup>	69,0 <sup>b</sup>	77,0 <sup>ab</sup>	80,0 <sup>a</sup>	75,0	1,26 <sup>*</sup>
Ocupación, días	1,7	1,9	2,3	2,0	1,8	1,9	0,10
Altura entrada, cm	93,0 <sup>b</sup>	81,0 <sup>bc</sup>	71,0 <sup>c</sup>	104,0 <sup>a</sup>	70,0 <sup>c</sup>	87,0	2,87 <sup>***</sup>
Altura salida, cm	33,0 <sup>bc</sup>	27,0 <sup>b</sup>	30,0 <sup>b</sup>	37,0 <sup>c</sup>	19,0 <sup>a</sup>	30,0	1,41 <sup>***</sup>

a, b, c, d y e: Medias con diferentes superíndices en cada fila difieren a  $p < 0,05$   
 $p < 0,05^*$ ;  $p < 0,001^{***}$

Se descarta de este resultado la posible competencia entre especies o factores de manejo que hayan propiciado mejores condiciones para la hierba guinea, ya que los cuarterones se pastorearon a partir de la determinación del punto óptimo de cosecha (POC), según lo recomendado por Pinheiro (2011). Además, la ocupación de los cuarterones se manejó en función del aprovechamiento del pasto por parte de los animales y se respetaron los principios de la segunda ley del pastoreo Voisin.

Al analizar estos resultados y los de Silva *et al.* (2016), quienes evaluaron el rendimiento y las características morfológicas de dos cultivares de *Megathyrsus* (Tanzania y Mombaza) y tres de *Urochloa* (*U. brizantha* cv. Xaraes, *U. decumbens* cv. Basilisk y *U. brizantha* cv. Marandú), se puede constatar que los autores citados no encontraron diferencias significativas entre especies, en condiciones controladas y con fertilización química. Esto limita el análisis real acerca de las posibles interacciones que ocurren en el pastoreo entre las especies y los animales y la adaptación de las mismas a las diferentes condiciones de manejo, suelo y clima.

En otros trabajos en pastoreo, los resultados del rendimiento de estas especies son variables, lo que reafirma la influencia que ejercen los factores edafoclimáticos y de manejo en la producción de pastos. Los datos de este estudio resultan superiores a los informados por Valle *et al.* (2016) con *Megathyrsus* y *Urochloa*, quienes lograron 18,7 y 15,4 t de MS/ha/año. Antes, Valerio *et al.* (2013) en Tanzania y Humidicola refirieron 21,64 y 24,20 t de MS/ha/año.

Silva (2016) informó en el cultivar Massai producciones de 4,1-5,2 t de MS/ha por ciclo de rotación, que son similares a los de este estudio. No obstante, en este caso, se utilizaron altas dosis de fertilizantes. En tanto, en los híbridos cvs. Mulato y Mulato II, Cruz y Pereda-Mouso (2018) obtuvieron rendimientos de 23,9 y 25,1 t de MS/ha/año, muy próximos a los de esta investigación.

El porcentaje de utilización en todas las especies fue alto, sin diferencias entre ellas, lo que demostró un pastoreo profundo, en concordancia con la carga instantánea promedio utilizado (68 UGM/ha), el tiempo de ocupación de los cuarterones (entre 1,7 y 2,3 días) y la intensidad de pastoreo promedio (148 UGM/ha/día) aplicada para esas especies (Domínguez-Escudero *et al.*, 2021).

Los animales pastorearon un horizonte de una profundidad que varió entre 41,0 cm (Mulato) y 67,0

cm (Toledo), lo que indica que el consumo debió ser alto, ya que el mayor porcentaje de hojas se encuentra en los estratos de más de 30 cm de altura, zona más asequible para los animales (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019). Esto demuestra la importancia de la intensidad de pastoreo, como factor biótico que afecta directamente el rendimiento y la altura del pastizal, así como la calidad del pasto disponible en un ambiente pastoril, lo que consecuentemente, influye en el consumo por animal y por área.

En esta investigación, la altura del pasto a la salida de los animales de los cuarterones estuvo entre 19,0 y 37,0 cm, con diferencias entre las variedades, lo que concuerda con su hábito de crecimiento y la estructura del pastizal.

Al respecto, Páez *et al.* (1995) señalaron que para *M. maximus* alturas entre 40,0 y 60,0 cm (superiores a las encontradas aquí) proporcionan mayor fracción residual de hojas y, por ende, un área fotosintéticamente activa y menor movilización de fotoasimilatos desde las raíces para el rebrote.

Sin embargo, Villalba *et al.* (2014) plantearon que en este tipo de sistema de pastoreo es importante que este consumo se haga más a fondo, hasta una altura entre 3,0 y 5,0 cm. Esto pudiera limitar el consumo voluntario, ya que horizontes de pastoreo menores de 10,0 cm se corresponden con importantes restricciones en la formación del bocado, lo que resulta en una reducción significativa de su tamaño y mayor tasa de mordiscos, aunque exista alta proporción de hojas en la biomasa consumida.

Euclides *et al.* (2018), al evaluar tres intensidades de pastoreo (15, 25 y 30 cm de altura del pasto) encontraron mayor porcentaje de hojas, mejor relación hoja-tallo, así como mayor contenido de PB y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) en los estratos medios y superiores. En el horizonte de pastoreo, la relación hoja-tallo por encima de 15,0 cm sugiere una mejor estructura de la cubierta del pasto para la selección por parte de los animales en pastoreo.

Se estima que los rendimientos de estas especies fueron aceptables para las condiciones edafoclimáticas del ecosistema en estudio, si se tiene en cuenta que no se utilizó riego ni fertilización externa. No obstante, el aporte de las precipitaciones (1 490 mm en ocho meses del año) y el de las excretas en los potreros debió ser decisivo en estos resultados, que se corresponden con los informados por Milera-Rodríguez *et al.* (2013) para las condiciones de 24 localidades de Cuba.

En la tabla 3 se presentan los indicadores de la calidad de los pastos por época. El contenido de

Tabla 3. Comportamiento de la composición química por cultivar y época.

Cultivar	MS,%	PB, %	FDA,%	FDN, %	DIVMS <sub>30</sub> , %	EM, Mcal/kg	Cenizas, %	Ca, %	P, %
Período lluvioso									
Tanzania	22,7	11,1 <sup>bc</sup>	42,3 <sup>b</sup>	72,7 <sup>b</sup>	69,7 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	12,2 <sup>a</sup>	0,24 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>
Massai	20,4	11,4 <sup>b</sup>	44,0 <sup>b</sup>	79,1 <sup>c</sup>	67,7 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	10,1 <sup>b</sup>	0,03 <sup>d</sup>	0,17 <sup>c</sup>
Mulato	22,4	8,2 <sup>c</sup>	39,2 <sup>b</sup>	71,9 <sup>b</sup>	65,0 <sup>b</sup>	1,93 <sup>b</sup>	8,7 <sup>c</sup>	0,17 <sup>bc</sup>	0,17 <sup>c</sup>
Toledo	24,7	9,5 <sup>bc</sup>	39,5 <sup>b</sup>	74,4 <sup>bc</sup>	66,0 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	0,06 <sup>cd</sup>	0,19 <sup>bc</sup>
Llanero	18,6	9,5 <sup>bc</sup>	41,2 <sup>b</sup>	76,7 <sup>bc</sup>	65,3 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	0,03 <sup>d</sup>	0,19 <sup>bc</sup>
Arachis CIAT-18744	23,0	18,6 <sup>a</sup>	31,3 <sup>a</sup>	43,5 <sup>a</sup>	80,0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	11,9 <sup>a</sup>	1,61 <sup>a</sup>	0,28 <sup>a</sup>
Media	22,1	11,3	39,6	70,0	68,7	1,96	10,1	0,3	0,2
ES	0,92	0,85 ***	1,09 *	2,82 ***	1,27 ***	0,03 ***	0,35 ***	0,13 ***	0,01 ***
Periodo poco lluvioso									
Tanzania	42,5 <sup>b</sup>	6,6	49,3	73,3	59,0	1,7 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,14 <sup>ab</sup>
Massai	44,1 <sup>b</sup>	7,0	49,0	79,4	55,0	1,5 <sup>b</sup>	10,4 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,17 <sup>a</sup>
Mulato	46,2 <sup>b</sup>	6,6	43,0	73,7	54,0	1,7 <sup>a</sup>	7,6 <sup>b</sup>	0,11 <sup>b</sup>	0,12 <sup>b</sup>
Llanero	30,4 <sup>a</sup>	7,2	49,7	70,5	55,0	1,4 <sup>b</sup>	10,6 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,13 <sup>ab</sup>
Media	40,8	6,9	47,8	74,2	55,8	1,6	9,9	0,11	0,14
ES±	3,76 ***	0,83	1,32	2,97	0,88	0,04 *	0,48 *	0,01 **	0,00

a, b, c y d: Medias con diferentes superíndices en cada columna difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955)  
 $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$

MS tuvo aquí un valor promedio de 22,1 % en el período lluvioso, sin diferencia estadística entre las especies de pastos. Estos resultados son inferiores a los referidos por Canchila *et al.* (2009) cuando evaluaron la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria spp.* (actualmente *Urochloa*), y obtuvieron como promedio 24,6 % en suelos ácidos con baja fertilización. Sin embargo, resultan superiores a los que informaron Silva *et al.* (2016) en los cvs. Tanzania y Toledo (19,20 y 21,33 %, respectivamente), con 21 días de rebrote y fertilización.

Por el contrario, durante el período poco lluvioso, el promedio de MS en los pastos mostró un porcentaje alto (40,8 %), debido a que tenían entre 50-60 días de reposo, por lo que se decidió prolongar el tiempo de ocupación de los cuarterones hasta 4 días, para tratar de incrementar el consumo de forraje, que estaba lignificado y presentaba baja calidad.

Al respecto, Calzada-Marín *et al.* (2018) argumentaron que un intervalo largo entre defoliaciones produce mayor acumulación de material fibroso, bajo valor nutritivo y menor consumo voluntario.

La causa pudiera estar dada por la disminución de la tasa de aparición y elongación de las hojas, a medida que aumentó el tiempo de reposo. Pudiera también obedecer a la deficiencia hídrica de la época, que se expresa en una menor capacidad de la planta para emitir hojas, ya que existe menor tasa de recambio de tejido. Esto condicionó su baja calidad y se manifestó en el valor de la PB (6,9 %), el contenido energético (1,57 Mcal/kg), la baja digestibilidad (55,7 %) y el alto contenido de FDN (74,2 %).

León *et al.* (2018) plantean que, en el caso de estas pasturas megatérmicas, que concentran su producción con crecimientos muy rápidos en el verano, cuando se prolonga su reposo, el forraje pierde su calidad muy rápidamente. Ello se atribuye a una mayor producción de biomasa de tallos y de material muerto del pasto, lo que puede limitar la respuesta animal hasta la pérdida de peso o condición corporal.

El contenido de PB en la lluvia fue significativamente superior ( $p < 0,001$ ) en el maní forrajero (18,6 %) con respecto a las poáceas (no se determinó su contenido en la época poco lluviosa), aunque

los valores para estas últimas, en sentido general, fueron cercanos al 10,0 % como promedio. Los mayores contenidos en *A. pintoi* son típicos de los pastos tropicales, donde las leguminosas superan a las gramíneas en esta variable (INATEC, 2016). El género *Megathyrus* (11,01-11,43 %) tendió a ser ligeramente superior con respecto a las especies del género *Urochloa* (9,47-9,53 %), aunque no hubo diferencias significativas, excepto en el cv. Mulato II, que difirió del cv. Massai.

Los resultados para la época lluviosa fueron superiores a los encontrados por Canchila *et al.* (2009) y Canchila *et al.* (2011) en *U. humidicola*, con contenidos de PB de 6,5-9,2 %. También estuvieron por encima de los obtenidos por Ortega-Aguirre *et al.* (2015) en Tanzania, Mulato y Toledo (10,7; 7,7 y 9,6; respectivamente). Superaron, además, los informados por Silva *et al.* (2016) para los cvs. Tanzania y Toledo, que fueron fertilizados (8,60-8,56, respectivamente). Sin embargo, se muestran inferiores a los obtenidos por Tsuzukibashi *et al.* (2016) en el cv. Toledo (10,1-9,8 %), con 35-49 días de rebrote y fertilización. También se hallan por debajo de los referidos por Cruz y Pereda-Mouso (2018) en Mulato II (10,2 y 11,1 % en lluvia y seca, respectivamente). Por su parte, Núñez-Delgado (2017) informó en *Megathyrus* porcentajes de proteína entre 14-16 %, a los 30 días de rebrote.

En lo que respecta a la época poco lluviosa, no hubo diferencias significativas entre las poáceas (6,6-7,2 %). En este caso, los valores fueron bajos y se correspondieron con lo planteado por Condori (2015) acerca de las correlaciones negativas significativas entre el porcentaje de MS y de PB de los pastos. Esto es: las especies que presentan altos porcentajes de MS dejarán ver bajas concentraciones de PB y ceniza.

Los valores de fibra en la lluvia mostraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre la leguminosa (31,3-43,5 %) y las poáceas (39,2-44,0 % y 71,9-76,7 %) para FDA y FDN, respectivamente. Entre las poáceas, solamente hubo diferencias para la variable FDN del cv. Massai, que presentó alto porcentaje (79,1). En tanto, para el período poco lluvioso no existieron diferencias significativas (43-49,7 % y 70,5-79,4 %) para FDA y FDN, respectivamente. Estos valores fueron superiores a los informados por López-Vigoa *et al.* (2019) en *M. maximus* cv. Likoni (35,2-34,4 % y 68,7-68,0 %) para FDA y FDN, respectivamente. Resultaron inferiores a los referidos por Rodríguez y Lara (2018) en el cv. Tanzania (42,9-57,6 % y 74,9-80,7 %) para

lluvia y seca respectivamente, ambos en sistemas silvopastoriles en asociación con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. No obstante, se mostraron similares a los que obtuvieron Ortega *et al.* (2015) en lluvia para Tanzania, Mulato y Toledo (66,3-70,0-78,0 %, respectivamente).

La DIVMS a las 30 horas fue alta en el período lluvioso, con diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre *A. pintoi* (80,0 %) y las poáceas, que no mostraron diferencias entre sí (65,0-69,7 %). Estos valores se hallan en el rango recomendado por Arango *et al.* (2016) para *Megathyrus* (60,0 -70,0 %), y son similares a los informados por Santiago-Hernández *et al.* (2016) en un sistema de *M. maximus* cvs. Tanzania-Mombaza (65,0 %) asociado con *Melia azedarach* L. También son parecidos a los que hallaron Olivera-Castro *et al.* (2018) en *U. brizantha* CIAT-26646 (65,1 %) y a los registrados por Tsuzukibashi *et al.* (2016) en el cv. Toledo, quienes refirieron 68,29 y 66,68 %, a los días 35-49 rebrote y fertilización. Sin embargo, fueron ligeramente superiores en las lluvias (62,0 %) e inferiores en el período de seca (60,0 %) con respecto a lo obtenido por Frota *et al.* (2017) en *M. maximus* cv. Mombaza asociada con *Atalea speciosa* Mart. En la seca, la digestibilidad fue menor, aunque no existieron diferencias significativas entre las poáceas, con valores que variaron entre 54,0 y 59,0 %. Este resultado puede estar relacionado con el mayor contenido de FDN en esta época del año, ya que este indicador depende del grado de lignificación de la pared celular de la planta forrajera.

La EM fue relativamente baja en las dos épocas del año para las poáceas (1,85-1,94 Mcal/kg), que difirieron ( $p < 0,001$ ) de *A. pintoi* (2,24 Mcal/kg) en la época lluviosa. En la poca lluviosa hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las poáceas, con los mejores valores (1,68-1,70 Mcal/kg) para los cvs. Mulato y Tanzania, mientras que los cvs. LLanero y Massai presentaron cifras por debajo de 1,5 Mcal/kg. Estos resultados están en correspondencia con los altos valores de fibra (FDA y FDN) encontrados en las diferentes especies (Condori, 2015), ya que los pastos con alto contenido de fibra tienen menor contenido de grasa y, por lo tanto, una baja energía y una relación inversamente proporcional. No obstante, estas cifras fueron superiores a las alcanzadas por Canchila *et al.* (2011) en *U. humidicola* (1,72 Mcal/kg) en suelos ácidos, con baja fertilización. También resultaron mayores que los informados por López-Vigoa *et al.* (2019) en guinea cv. Likoni, asociada con *L. leucocephala* (1,87 Mcal/kg de MS).

Los contenidos de ceniza fueron altos en ambas épocas y mostraron diferencias significativas entre las especies, con valores superiores ( $p < 0,001$ ) para Tanzania y *A. pintoi* (12,18 -11,87 %, respectivamente). En la época poco lluviosa, los cvs. Massai, Llanero y Tanzania difirieron significativamente ( $p < 0,05$ ) del cv. Mulato II (7,60 %). Estos resultados fueron inferiores a los informados por Ortega-Aguirre *et al.* (2015) en la época lluviosa, cuando los cvs. Tanzania, Mulato y Toledo presentaron valores de 15,14; 11,29 y 11,40 %, respectivamente. Sin embargo, resultaron superiores a los encontrados por Canchila *et al.* (2009) en *U. humidicola*, (7,5 %), y a los referidos por Fernandes *et al.* (2020) en Massai, quienes refieren contenidos de 5,8 %.

### Conclusiones

El rendimiento promedio y la oferta de pastos de las especies en estudio fueron aceptables para las condiciones edafoclimáticas imperantes en el ecosistema, ya que no se utilizó riego ni fertilización externa. No obstante, se debe destacar la disminución de los rendimientos y la calidad de las diferentes especies en la época poco lluviosa, debido a los altos contenidos de MS y fracciones fibrosas de las plantas. Entre las poáceas, el género *Megathyrsus* se destacó por sus mejores indicadores de producción, mientras que la leguminosa *A. pintoi* sobresalió por su alto valor nutritivo.

### Agradecimientos

Se agradece al personal del Laboratorio de Suelo y Bromatología de la Universidad de Panamá, sede Los Santos, al Dr. Jorge Alejandro Troetsch y a la Lic. Silvia Guerra, del Laboratorio Dr. Maximiliano de Puy, de la Cooperativa de S/M de productores de leche del Panamá, R.L. (Cooleche) de Chiriquí, y al Dr. José Villarreal, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP). Además, se expresa gratitud a los productores y especialistas que participaron en los tres días de campo durante la investigación en la finca Ganadera Pajonales, y aportaron sus conocimientos y sugerencias.

### Contribución de los autores

- Jesús Manuel Iglesias-Gómez. Diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- José Miguel Alejandro Domínguez-Escudero. Diseño y montaje de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.

- Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Yuseika Olivera-Castro. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Odalys Caridad Toral-Pérez. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez. Análisis e interpretación de los datos, asesoramiento técnico.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

### Referencias bibliográficas

- Andrade-Yucailla, Verónica; Lima-Orozco, R.; Vargas-Burgos, J. C. & Vargas- Hernández, S. Situación actual y perspectiva del multiuso de *Arachis pintoi* en agro-ecosistemas dedicados a la producción animal. *Centro Agrícola*. 43 (3):80-87. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852016000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852016000300010&lng=es&tlng=es), 2016.
- Arango, J.; Gutiérrez, J. F.; Enciso, Karen; Burkart, S.; Mazabel, Johanna; Sotelo, M. *et al. Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera. Herramientas para enfrentar el cambio climático*. Cali, Colombia: CIAT. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/71101/CIAT\\_ESTRATEGIAS\\_TECNOLOGICAS\\_PARA\\_MEJORAR\\_LA\\_PRODUCTIVIDAD\\_Y\\_COMPETITIVIDAD\\_DE\\_LA\\_ACTIVIDAD\\_GANADERA.pdf](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/71101/CIAT_ESTRATEGIAS_TECNOLOGICAS_PARA_MEJORAR_LA_PRODUCTIVIDAD_Y_COMPETITIVIDAD_DE_LA_ACTIVIDAD_GANADERA.pdf), 2016.
- Báez-Lizarazo, Q. *Caracterización nutricional y anti-nutricional de las especies forrajeras (Guazuma ulmifolia, Arachis pintoi, Saccharum officinarum, Cynodon plectostachyus, Chusquea tessellata) para la alimentación y nutrición en explotaciones bovinas en el municipio de Nimaima, Cundinamarca*. Trabajo para optar al grado de Especialista en Nutrición Animal Sostenible. Bogotá: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25751/qbaezl.pdf?sequence=3&isAllowed=y>, 2018.
- Calzada-Marín, J. M.; Ortega-Jiménez, E.; Enríquez-Quiroz, J. F.; Hernández-Garay, A.; Vaquera-Huerta, H. & Escalante-Estrada, J. A. Análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum.) en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad*. 11 (5):69-75. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/375>, 2018.
- Canchila, E. R.; Soca, Mildrey; Ojeda, F. & Machado, R. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y Forrajes*.

- 32 (4):1-9. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942009000400002, 2009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942009000400002, 2009).
- Canchila, E. R.; Soca, Mildrey; Wencomo, Hilda B.; Ojeda, F.; Mateus, H.; Romero, E. *et al.* Comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 34 (2):155-166. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942011000200003, 2011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000200003, 2011).
- Condori, G. *Caracterización bromatológica de especies forrajeras nativas (pastos y arbustos) de la ecorregión del altiplano, esenciales en la alimentación de los camélidos*. La Paz: Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, 2015.
- Cruz, Madelin & Pereda-Mouso, J. Evaluación agronómica de tres especies de *Brachiaria* sobre un suelo Pardo sin Carbonato del municipio Jimaguayú. *Memorias VI Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. p. 427-430, 2018.
- Domínguez-Escudero, J. M. A.; Iglesias-Gómez, J. M.; Olivera-Castro, Yuseika; Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Toral-Pérez, Odalys C. & Wencomo-Cárdenas, Hilda. Caracterización del pastizal y su manejo en un sistema de pastoreo racional Voisin en Panamá. 44:e19. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942021000100019&lng=es&tlng=es, 2021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100019&lng=es&tlng=es, 2021).
- Ezquerro-Cañete, A. The political economy of agrarian change in Latin America by Matilda Baraibar Norberg. *J. Agrar Change*. 22:207-209, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/joac.12420>.
- Euclides, Valéria P. B.; Nantes, Nayana N.; Montagner, Denise B.; Araújo, A. R. de; Barbosa, R. A.; Zimmer, A. H. *et al.* Beef cattle performance in response to Ipyorã and Marandu brachiaria-grass cultivars under rotational stocking management. *R. Bras. Zootec*. 47:1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4720180018>.
- Fernandes, L. S.; Difante, G. dos S.; Costa, M. G.; Neto, J. V. E.; Araújo, Itânia M. M. de; Dantas, J. L. S. *et al.* Pasture structure and sheep performance supplemented on different tropical grasses in the dry season. *Rev. Mex. Cienc. Pecu*. 11 (1):89-101, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.5083>.
- Frota, M. N. L. da; Carneiro, Maria S. de S.; Pereira, Elzânia S.; Berndt, A.; Frighetto, Rosa T. S.; Sakamoto, L. S. *et al.* Enteric methane in grazing beef cattle under full sun, and in a silvo-pastoral system in the Amazon. *Pesq. agropec. bras*. 52 (11):1099-1108, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001100016>.
- INATEC. *Manual del protagonista. Pastos y forrajes*. Managua: Instituto Nacional Tecnológico. <https://docplayer.es/26217992-Manual-del-protagonista.html, 2016>.
- León, R.; Bonifaz, Nancy & Gutiérrez, F. *Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas*. Quito: Editorial Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf, 2018>.
- Levene, H. Robust tests for the equality of variance. In: I. Olkin, ed. *Contributions to probability and statistics: essays in honor of Harold Hotelling*. Palo Alto, USA: Stanford University Press. p. 278-292, 1960.
- López-Vigoa, O.; Lamela-López, L.; Sánchez-Santana, Tania; Olivera-Castro, Yuseika; García-López, R. & González-Ronquillo, M. Influencia de la época del año sobre el valor nutricional de forrajes. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):57-67. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2083, 2019>.
- López-Vigoa, O.; Sánchez-Santana, Tania; Iglesias-Gómez, J. M.; Lamela-López, L.; Soca-Pérez, Mildrey; Arece-García, J. *et al.* Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*. 40 (2):83-95. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1943, 2017>.
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V. A.; Yepes, I. & Hernández, J. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13 (1):101-110. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1296, 1990>.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la C. Manejo y utilización de los pastos y forrajes para la producción animal. *Conferencia del Curso de la Maestría en Pastos y Forrajes*; Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, 2018.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Lamela-López, L.; Hernández-Chavez, Marta B.; Sánchez-Cárdenas, Saray; Pentón-Fernández, Gertrudis & Soca-Pérez, Mildrey. *Resumen documento presentado para Premio Academia de Ciencias de Cuba: Sistemas intensivos con bajos insumos para la producción de leche bovina*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2013.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Machado-Martínez, R. L.; Alonso-Amaro, O.; Hernández-Chávez, Marta B. & Sánchez-Cárdenas, Saray. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):3-12. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942019000100003, 2019](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942019000100003, 2019).
- Noreña, C. *Brachiaria humidicola*. Conozca las diferencias entre los 2 tipos de pasto humidicola. CONTEXTO ganadero. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-las-diferencias-entre-los-2-tipos-de-pastos-humidicolos, 2017>.
- Núñez-Delgado, J. Y. *Perfil alimentario y plan de pastoreo para la producción lechera con pasturas Panicum maximum Jacq.* Tesis para optar el

- grado de Magister Scientiae en Producción Animal. Lima: Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2911>, 2017.
- Olivera-Castro, Yuseika; López-Vigoa, O.; Pozo-Rodríguez, P. P. del; Castañeda-Pimienta, Lisset; Olmedo-Juárez, A.; Arece-García, J. *et al.* Selección de accesiones de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster para suelos ácidos *Pastos y Forrajes*. 41 (3):170-175. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942018000300002&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942018000300002&lng=es&nrm=iso), 2018.
- Ortega-Aguirre, C. A.; Lemus-Flores, C.; Bugarín-Prado, J. O.; Alejo-Santiago, G.; Ramos-Quirarte, A.; Grageola-Núñez, O. *et al.* Agronomic characteristics, bromatological composition, digestibility and consumption animal in four species of grasses of the genera *Brachiaria* and *Panicum*. *Trop. Subtrop. Agroecosystem*. 18 (3):291-301. <https://www.revista.ccha.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/1935/980>, 2015.
- Páez, Alejandra; González, María E.; Yrausquín, Xiomara; Salazar, A. & Casanova, A. Water stress and clipping management effects on guinea grass. I. Growth and biomass allocation. *Agron. J.* 87 (4):698-706, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1995.00021962008700040016x>.
- Pinheiro, L. C. Las bases científicas del Pastoreo Racional Voisin. *Cadernos de agroecología*. 6 (1):1-15. <https://silo.tips/download/memorias-del-1er-encuentro-pan-americano-sobre-manejo-agroecologico-de-pastizale>, 2011.
- Rivera-Rivera, Astrid & Alba-Maldonado, J. M. Revisión: NIRS en el análisis de alimentos para la nutrición animal. *Ingenio*. 13 (1):199-211, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2149>.
- Rodríguez, A. C. & Lara, A. Calidad del forraje de sistemas silvopastoriles intensivos en Apatzingán y Tepalcatepec, Michoacán, México en tres épocas del año. *VI Congreso de Producción Animal Tropical*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2018.
- Santiago-Hernández, F.; López-Ortiz, Silvia; Ávila-Reséndiz, C.; Jarillo-Rodríguez, J.; Pérez-Hernández, P. & Guerrero-Rodríguez, J. de D. Physiological and production responses of four grasses from the genera *Urochloa* and *Megathyrsus* to shade from *Melia azedarach* L. *Agroforest. Syst.* 90:339-349, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9858-y>.
- Senra, A.; Martínez, R. O.; Jordán, H.; Ruiz, T.; Reyes, J. J.; Guevara, R. V. *et al.* Principios básicos del pastoreo rotacional eficiente y sostenible para el subtrópico americano. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 39 (1):23-30. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017852003.pdf>, 2005.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52 (3/4):591-611, 1965. DOI: <https://doi.org/10.2307/2333709>.
- Silva, Aline B. da. *Respostas agrônômicas e nutricionais do capim-massai submetido a doses e fontes de ureia comum e de eficiência aumentada*. Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Seropédica, Brasil: Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/1996/2/2016%20-%20Aline%20Barros%20da%20Silva.pdf>, 2016.
- Silva, Janaina de L.; Ribeiro, Karina G.; Herculano, Bruna N.; Pereira, O. G.; Pereira, Rosana C. & Soares, Luciana F. P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. *Cienc. Anim. Bras.* 17 (3):342-348. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/32914>, 2016.
- Triana-González, D.; Curbelo-Rodríguez, L.; Loyola-Hernández, O.; Estrada-Asencio, Y. & Pacheco-Veiga, D. Indicadores bioeconómicos de *Ateleia cubensis* (DC) Dietr. para la producción con rumiantes en las sabanas ultramáficas de Camagüey. *REDVET*. 17 (11):1-11. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63649051014>, 2016.
- Tsuzukibashi, Denise; Costa, J. P. R.; Moro, Fabiola V.; Ruggieri, Ana C. & Malheiros, E. B. Anatomia quantitativa, digestibilidade *in vitro* e composição química de cultivares de *Brachiaria brizantha*. *Rev. Ciênc. Agrár.* 39 (1):46-53, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA14141>.
- Valerio, D.; Soto, Yokasta & Matos, F. Evaluación y selección de once gramíneas forrajeras en la provincia de La Vega. *Revista APF*. 2 (1):23-30. <https://docplayer.es/storage/27/9884131/1648755925/cu-DGPdNSQ07tgnXT25Qvbw/9884131.pdf>, 2013.
- Valle, B.; Castillo, E. & Bernal, H. Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 7 (2):141-158. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242016000200141&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000200141&lng=es), 2016.
- Villalba, J. J.; Provenza, F. D.; Gibson, Natalie & López-Ortíz, Silvia. Veterinary medicine: the value of plant secondary compounds and diversity in balancing consumer and ecological health. In: W. B. Campbell and S. López-Ortíz, eds. *Sustainable food production includes human and environmental health*. Dordrecht, Netherlands: Springer p. 165-190, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7454-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7454-4_4).
- Zambrano-Mejía, M. A. *Potencial forrajero y valorización nutritiva de los pastos Brachiaria decumbens y Tanzania con diferentes niveles de fertilización nitrogenada*. Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de Magister en Producción Animal. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/4726/1/20T00711.pdf>, 2016.