



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD Y APOORTE ENERGÉTICO DEL *MEGATHYRSUS MAXIMUS* VC. TANZANIA

PRODUCTIVE PERFORMANCE, CHEMICAL CHARACTERIZATION AND ENERGY CONTRIBUTION OF *MEGATHYRSUS MAXIMUS* VC. TANZANIA

W. PINCAY RONQUILLO¹, TATIANA. GAVILÁNEZ BUÑAY¹, D.M. VERDECÍA ACOSTA^{2*},
E. CHACÓN MARCHECO¹, J.L. RAMÍREZ DE LA RIBERA², R.S. HERRERA³

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
Calle los Almendros y Pujilí, La Maná, Cotopaxi, Ecuador.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, C.P. 85100, Granma, Cuba.

³Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

*E-mail: dverdeciaacosta@gmail.com

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo, caracterización química, digestibilidad y aporte energético del *Megathyrus maximus* vc. Tanzania a diferentes edades de rebrote, en ambos períodos del año, y en las condiciones climáticas de la provincia Granma, se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro replicas. Se muestreó en parcelas de 25 m², a la cual se aplicó un corte de uniformidad a 10 cm del suelo, sin riego, ni fertilización. Se determinó el rendimiento de materia seca total, de las hojas y los tallos; la longitud y el ancho de las hojas; la proporción hoja-tallo; la composición química (PB, FDN, FDA, LAD, CC, Si, P, Ca, ceniza y MO); el aporte de energía y la digestibilidad. Se aplicó análisis de varianza a cada variable estudiada. Los rendimientos fueron mayores a los 75 días con 4.02 y 2.56 tMS/ha/corte en el período lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, la proteína bruta disminuyó con la edad en ambos períodos y mostró diferencias significativas entre todas las edades. Los mejores valores se mostraron a los 30 días de rebrote (9.44 y 10.11 % en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente), la fibra aumentó con la edad con sus mayores valores a los 75 días con 68.04 y 67.45 % en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, aspectos que condicionaron la calidad con disminución de la digestibilidad y aporte energético. El rendimiento de la planta se afectó por los períodos del año, siendo mayor en el período lluvioso. Se concluye que el cultivar evaluado presenta adecuado comportamiento morfológico y productivo en condiciones de escasas precipitaciones, por lo que constituye una opción viable para la alimentación animal.

With the objective of evaluating the productive performance, chemical characterization, digestibility and energy contribution of *Megathyrus maximus* vc. Tanzania at different regrowth ages, in both periods of the year, and under climatic condition of Granma province, a random block design with four replications was used. It was sampled in 25 m² plots, to which uniformity cut at 10 cm from the soil was applied, without irrigation and fertilization. It was determined the yield of total dry matter, leaves and stems; the length and width of leaves; leaf-stem proportion; the chemical composition (CP, NDF, ADF, ADL, CC, Si, P, Ca, ash and OM); energy contribution and digestibility. Analysis of variance of each studied variable was applied. The yields were higher at 75 days with 4.02 and 2.56 tDM/ha/cut in the rainy and dry season, respectively, the crude protein decreased with the age in both seasons and showed significant differences among all ages. The best values were showed at 30 regrowth days (9.44 and 10.11 % in the rainy and dry seasons, respectively), the fiber increase with the age with their higher values at 75 days with 68.04 and 67.45 % in the rainy and dry seasons, respectively, aspects that determine the quality with decrease of digestibility and energy contribution. The plant yield was affected by the seasons of the year, being higher in the rainy season. It is concluded that the evaluated cultivar has adequate morphological and productive performance under low rainfalls conditions, so is a viable option for animal feeding.

Palabras clave: calidad, energía, digestibilidad, productividad, proteína

Key words: quality, energy, digestibility, productivity, protein

Recibido: 05 de enero de 2024

Aceptado: 06 de abril de 2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos

Declaración de contribución de autoría CRediT: W. Pincay-Ronquillo: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.** Tatiana Gavilán-Buñay: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.** D.M. Verdecia: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.** E. Chacón-Marcheco: **Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.** J.L. Ramírez-de la Ribera: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.** R.S. Herrera: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original.**



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



Introducción

En la actualidad existe deterioro ambiental debido al adverso impacto socioeconómico que predomina en el sector agropecuario, el cual es resultado del uso inadecuado de los recursos naturales, así como la aplicación incorrecta de tecnologías por lo que es necesario asumir estrategias para mitigar e invertir la realidad agropecuaria en una actividad sustentable (Barragán-Hernández y Cajas-Girón 2019).

Uno de los principales factores limitantes para la producción animal en los trópicos de América Latina y Cuba es la escasa disponibilidad y pobre calidad de los forrajes. Aspecto que influye en la baja productividad de la ganadería, sobre todo en áreas de suelos de baja fertilidad natural, deficiente drenaje y con sequías estacionales (Patiño-Pardo et al. 2018).

Dentro de estas estrategias está la introducción de especies pratenses con mayor potencial productivo, adaptabilidad a las condiciones cambiantes del medio ambiente y condiciones del suelo, la especie *Megathyrus maximus* es una gramínea con adecuada respuesta a las condiciones tropicales, aunque su verdadero potencial no pueda ser expresado por las condiciones edafoclimáticas, principalmente por la distribución anual de las lluvias, y que en conjunto con otros factores del medio ambiente y manejo, trae consigo que estos no reflejen totalmente su rendimiento productivo. Estos elementos interactúan y tienen marcado efecto en el crecimiento de las especies y variedades en los diferentes meses del año, ocasionando un déficit de alimento principalmente en el periodo seco (Herrera et al. 2020 y Cedeño-Aristega et al. 2021).

En los últimos años los avances alcanzados en el campo de la producción y nutrición animal necesita del conocimiento preciso de los rendimientos y aporte nutricional de los pastos y forrajes, los cuales constituyen la mayor fuente para la alimentación de los animales y más económica. Por ello, es importante conocer la calidad nutritiva de los diferentes pastos y forrajes, verdes o conservados, que forman parte de la ración y permitan exteriorizar el máximo potencial de producción de los animales (Mojica-Rodríguez y Burbano-Eraza 2020).

Por lo antes expuesto, investigaciones sobre el comportamiento del rendimiento, composición química, digestibilidad y aporte energético de *Megathyrus maximus* vc. Tanzania en diversas condiciones edafoclimáticas en diferentes regiones de la provincia Granma es de mucha importancia, sobre todo por las expectativas que se han ido creando por su potencial productivo y amplio rango de adaptación a las diferentes condiciones climáticas y amplia gama de suelos. De ahí que, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento productivo, caracterización química, digestibilidad y aporte energético de *Megathyrus maximus* vc. Tanzania a diferentes edades de rebrote en ambos periodos del año, en las condiciones climáticas de la provincia Granma.

Materiales y Métodos

Ubicación del área experimental, clima y suelo. La investigación se desarrolló en áreas de la UEB "Pedro A. Borrás Astorga" ubicada en el municipio Yara, en la Empresa Agroindustrial de Granos "Fernando Echenique", durante los dos periodos del año: periodo lluvioso (julio-septiembre del 2020) y periodo poco lluvioso (noviembre de 2020-enero de 2021).

El suelo presente en el área fue fluvisol (Hernández et al. 2015), con pH de 6.4. El contenido de P₂O₅, K₂O y N total fue de 2.6, 37.5 y 34 (mg/100g de suelo), respectivamente con 3.3 % de materia orgánica.

Durante el periodo lluvioso, las precipitaciones fueron de 731.4 mm; la temperatura media, mínima y máxima registró valores de 26.73, 22.31 y 34.92 °C, respectivamente y la humedad relativa fue de 80.78, 51.02 y 96.22 %, para la media, mínima y máxima, respectivamente. En el periodo de poco lluvioso, las precipitaciones alcanzaron valores de 270 mm; la temperatura fue de 24.05, 18.29 y 31.58 °C para la media, mínima y máxima, respectivamente y la humedad relativa mínima, media y máxima con promedios de 76.21, 44.16 y 97.03 %, valores que se corresponden con la media histórica para la región.

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño de bloques al azar, donde los tratamientos consistieron en la edad de rebrote (30, 45, 60 y 75 días) y cuatro réplicas.

Las parcelas experimentales de 25 m² (5x5 m) se sembraron en febrero de 2020 con 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas. Las plantas tuvieron un periodo de establecimiento hasta julio del 2020, donde se realizó el corte de uniformidad. A partir de ahí se realizaron los muestreos a los 30, 45, 60 y 75 días de rebrote, eliminando 50 cm de efecto de borde y se cortó todo el material del área cosechable a 10 cm sobre el nivel del suelo. Se evaluaron rendimiento de materia seca total, hojas y tallos, longitud y ancho de las hojas y relación hoja/ tallo (Herrera 2006). Después se tomó dos kilogramos por cada uno de los tratamientos y por réplica para su posterior análisis en el laboratorio. No se utilizó fertilización, riego ni tratamiento químico para eliminar las malezas. Al inicio del experimento la población de la variedad en las parcelas fue de 97 %.

Determinación de la composición química. Las muestras después de recolectadas se secaron en estufa de circulación de aire forzada a 65 °C, posteriormente se molieron a tamaño de partícula de 1mm y almacenadas en frascos de color ámbar hasta su análisis en el laboratorio. Se determinaron: MS, PB, ceniza, MO, P, Ca de acuerdo con AOAC (2016); FDN, FDA, LAD, celulosa (Cel), hemicelulosa (Hcel) y contenido celular (CC) según Goering y Van Soest (1970); la digestibilidad de la materia seca se cuantificó mediante Aumont et al. (1995) y la energía

metabolizable y neta de lactación se establecieron según Cáceres y González (2000). Todos los análisis se realizaron por duplicado y por réplica.

Análisis estadístico y cálculos. Se realizó análisis de varianza de acuerdo con el diseño experimental y los valores medios se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). Para la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951) y para las varianzas la prueba de Bartlett (1937).

Resultados y Discusión

El rendimiento durante ambos períodos del año (figura 1) presentaron incrementos conformemente avanzó la madurez de la planta, con diferencias significativas para $p < 0.05$, entre todas las edades en estudio, con los resultados más altos a los 75 días de 4.02 y 2.56 tMS/ha/corte y aumentos de 2.35 y 1.54 tMS/ha/corte (58.46 y 40.62 %) para los períodos de lluvia y poca lluvia, respectivamente.

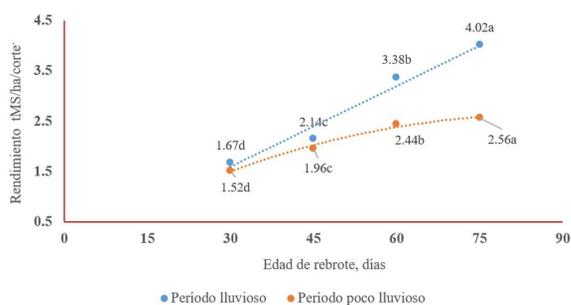


Figura 1. Rendimiento (tMS/ha/corte) de *Megathyrus maximus* vc. Tanzania en los dos períodos del año

Los aumentos del rendimiento en materia seca con la edad de rebrote en ambos períodos del año se deben, principalmente, a que la planta incrementa la actividad fotosintética y con ella la síntesis de carbohidratos estructurales, por lo que se produce aumento en la acumulación de materia seca en los órganos de sostén como los tallos, con su mayor cantidad durante el período lluvioso. Estos resultados coinciden con los reportados por Verdecia *et al.* (2015), para el Valle del Cauto y Méndez-Martínez *et al.* (2019, 2020), para los cultivos Común, Tanzania, Mombasa y Tobiata en las condiciones de tres regiones de Ecuador, y encontraron interacción variedad-zona climática. Además, plantearon que para la ganadería en el trópico son tiempos difíciles, donde la actividad depende en gran medida de la oferta de forrajes, mientras que estos a su vez están en función de los suelos y agua, entre otros factores.

Los ganaderos sufren este panorama debido a la degradación de los bosques, luego los forrajes y suelos. Este círculo de degradación social, ambiental y económica, es un fenómeno complejo a escala global reconocido por

las Naciones Unidas, denominado desertificación. Proceso que se basa en la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica del sistema bioproductivo terrestre que comprende suelo, vegetación, otros componentes de la biota y procesos ecológicos e hidrológicos, especialmente en los ecosistemas de las zonas secas, debido a la forma de utilización de la tierra y combinación de procesos resultantes de las actividades humanas y factores climáticos (Maricelis *et al.* 2022).

Por su parte, Cedeño-Aristega *et al.* (2021) en condiciones del subtrópico ecuatoriano al evaluar *Megathyrus maximus* cultivar Tanzania y Mombasa con precipitaciones de 2061 mm y la temperatura media para la época seca y lluviosa es de 24.5 y 25.0 °C, respectivamente y suelo de textura arenosa, encontraron rendimientos de 4-6 tMS/ha, producciones superiores a las reportadas en la actual investigación. Estas diferencias están marcadas por factores ambientales que más contrastan en el comportamiento de los pastos como son: época, localidad, año, fertilización y riego, así como también la adaptabilidad general y específica de los cultivos en ambientes favorables y desfavorables (Milera *et al.* 2017). Aunque sobre el cultivar en estudio se puede plantear que este pasto se adapta con facilidad a diferentes condiciones climáticas, aunque cuando existe exceso de lluvias este se puede afectar lo que influye en sus rendimientos productivos. Sin embargo, ha sido un pasto difundido e introducido en la zona tropical por las ventajas que posee. Además, se informó que en edades tempranas el ganado lo aprovecha mejor por la mayor capacidad de producción de hojas (Maricelis *et al.* 2022).

Para el rendimiento de materia seca de los hojas y tallos (figura 2), se mantuvo un comportamiento similar al rendimiento total, con diferencias significativas para $p < 0.05$ conformemente avanzó la madurez de la planta con incrementos hasta los 60 días para las hojas en la época de lluvias con 2.40 tMS/ha/corte, para luego disminuir hasta los 75 días en 0.15 tMS/ha/corte; mientras que para las hojas en la estación de pocas lluvias y tallos en ambos períodos, aumentó hasta los 75 días con los valores más elevados (1.70 y 0.86 tMS/ha/corte, respectivamente).

Durante los períodos de estudio el aumento con la edad de los tallos y disminución de las hojas para la época de lluvias a partir de los 60 días está ligado a que durante esta etapa existe crecimiento del tallo e incremento en la senescencia de las hojas, influenciados por las condiciones del clima las que interactúan y tienen marcado efecto en el crecimiento y desarrollo de las especies y variedades de pastos en los diferentes meses del año, provocando un desbalance estacional en los rendimientos, que ocasionan elevadas cantidades durante el período de mayor pluviometría (mayo-octubre) y bajos durante la época de pocas lluvias (noviembre-abril). A esta situación hay que añadir que, los

suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente con el clima, ejercen efectos negativos en la productividad y persistencia de las forrajeras (Herrera 2022).

Estos aspectos se han tomado en cuenta para la introducción de especies mejoradas con adaptabilidad a los diferentes ecosistemas ganaderos, con mayores potencialidades desde el punto de vista productivo y calidad nutricional, como es el caso de la variedad en estudio (Tanzania). De ahí que, Herrera et al. (2018) señalaron que las especies vegetales existen, se reproducen y perduran en determinados contextos edafoclimáticos, lo que se puede considerar como tolerancia a esas condiciones. En el caso del presente estudio se puede constatar, donde la distribución de las lluvias ejerce importante influencia en el rendimiento de esta variedad de *Megathyrsus maximus*.

Este comportamiento se debe, según Avellaneda-Cáceres et al. (2019), a que el crecimiento y productividad de los pastos está influido por las condiciones climáticas principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo (fertilización, riego y frecuencia de corte), repercuten en que los pastos y forrajes no alcancen totalmente su potencial productivo, lo que se pone de manifiesto en diferentes zonas en el trópico, en Ecuador en la regiones Interandinas, Amazonia y la costa como señalaron Uvidia et al. (2015), Méndez-Martínez et al. (2020) y Derichs et al. (2021); De Lucena-Costa et al. (2018) en Boa Vista, Brasil y Verdecia et al. (2015) en el Valle de Cauto, Cuba.

Por otro lado, Fortes et al. (2016) en condiciones del occidente de Cuba y bajas precipitaciones (53 mm) y temperaturas medias de 27 °C, informaron 5.45 y 1.87 tMS/ha en hojas y tallos, respectivamente en la variedad Mombasa y Oyedeji et al. (2016) en Nigeria, señalaron rendimientos en condiciones de monocultivo de la variedad Común de 0.53, 0.40 y 0.65, 0.52 tMS/ha, para el rendimiento de materia seca de hojas y tallos, en los periodos de seca y lluvia, respectivamente con precipitaciones de 200-300 mm, así como, temperaturas medias de 33-34 °C. Sin embargo, Sánchez-Hernández

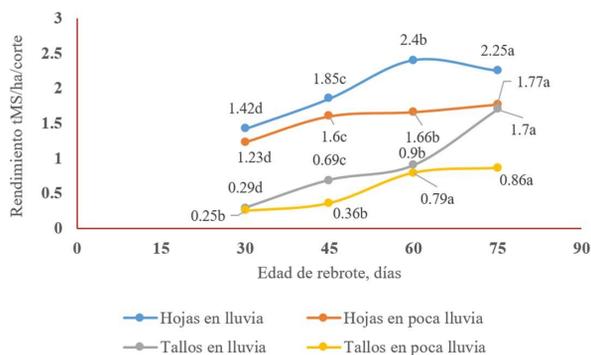


Figura 2. Rendimientos (tMS/ha/corte) de hojas y tallos de *Megathyrsus maximus* vc. Tanzania en ambos periodos estacionales

et al. (2019) y Tapia-Coronado et al. (2023), al aplicar fertilización química y clima húmedo de Oaxaca, México y el caribe húmedo y seco de Colombia duplicaron las producciones reportadas en las condiciones de Cuba, por lo que se pone de manifiesto el efecto del manejo y la excelente respuesta a la fertilización de estas especies.

La longitud y el ancho de las hojas se incrementó en la medida que avanzó la edad de rebrote en los dos periodos del año, con diferencias significativas para $p < 0.05$, mostrando los mayores valores a los 75 días (81.75 y 2.88 cm para la época de lluvias y 57.00 y 2.33 cm para el período poco lluvioso), con aumentos en su valor en 47.18 y 37.5 % y 53.07 y 44.21 %, respectivamente. La cantidad de hojas disminuyó y los tallos aumentaron con la edad de la planta, tanto para el período lluvioso como para el poco lluvioso y los mejores resultados fueron a los 30 días (80.92 y 19.08 % y 84.87 y 15.13 %, respectivamente), al decrecer las hojas en 37.72 y 31.31 %; por su parte, los tallos aumentan con 44.86 y 56.52 % en la época de lluvias y en la de poca lluvia, respectivamente (tabla 1).

El aumento de la longitud y el ancho de las hojas con la edad de la planta en los ambos periodos del año, se deben a la respuesta fisiológica de las plantas, al

Tabla 1. Longitud y ancho de las hojas y proporción hoja y tallo del *Megathyrsus maximus* vc. Tanzania en los dos periodos del año

| Edad, días | Hojas, cm | | | | Hoja y Tallo, % | | | |
|------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | P. lluvioso | | Poco lluvioso | | Lluvioso | | Poco lluvioso | |
| | Longitud | Ancho | Longitud | Ancho | Hojas | Tallos | Hojas | Tallos |
| 30 | 43.18 ^a | 1.80 ^a | 26.75 ^a | 1.30 ^a | 80.92 ^a | 19.08 ^a | 84.87 ^a | 15.13 ^a |
| 45 | 57.48 ^{ab} | 2.15 ^b | 37.25 ^b | 1.55 ^b | 67.84 ^b | 32.15 ^b | 81.63 ^b | 18.37 ^b |
| 60 | 71.78 ^b | 2.56 ^c | 47.00 ^c | 1.90 ^c | 59.00 ^c | 32.50 ^c | 68.40 ^c | 26.60 ^c |
| 75 | 81.75 ^c | 2.88 ^d | 57.00 ^d | 2.33 ^d | 50.40 ^d | 34.60 ^d | 58.30 ^d | 34.80 ^d |
| EE± | 4.17 | 0.11 | 2.92 | 0.10 | 2.91 | 1.58 | 2.79 | 1.97 |
| P | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |

^{abcd} Letras no comunes en columna difieren para $p < 0.05$ según Duncan (1955)

incremento de la intensidad de la actividad fotosintética, la cual puede verse afectada durante la época seca debido a la disminución de las lluvias provocando un déficit de humedad en el suelo e influyendo en la asimilación de CO₂ y por consiguiente afectando la respuesta productiva del pasto (Patiño-Prado *et al.* 2018).

Por otra parte, la disminución de la proporción hojas y aumento de tallos durante el período de estudio, se debe a que durante las primeras semanas de rebrote aparecen menor cantidad de hijos y necesidad que tiene la planta de crear las sustancias necesarias para su desarrollo lo que posibilita la mayor cantidad de hojas y menos proporción de tallos (Herrera 2022). Sin embargo, su disminución está asociado según Reyes-Pérez *et al.* (2019) y Méndez-Martínez *et al.* (2019, 2020), al aumento de la longitud de los tallos y su grosor, así como al envejecimiento de las hojas. El crecimiento estacional de los componentes morfológicos de los vegetales guarda relación directa con las condiciones edafoclimáticas y manejo al que es sometido el forraje. La cantidad de hojas y tallos, así como su crecimiento responde a la interacción genotipo-ambiente lo que resulta en el incremento o decrecimiento de los rendimientos de las gramíneas. El dominio de este efecto, permite conocer la disponibilidad y, en consecuencia, adoptar estrategias de manejo del pasto (Velasco *et al.* 2018 y Schnellmann *et al.* 2019).

Con el desarrollo de la ciencia se ha demostrado que no solo los factores climáticos influyen en el desarrollo morfológico de las plantas, en este sentido en estudios de Méndez-Martínez *et al.* (2020) al evaluar el efecto de la zona climática en el crecimiento, número de hojas y tallos encontraron mayores valores en la región de considerables precipitaciones, 245.6 mm y 25.8 °C de temperaturas mientras que, Fortes *et al.* (2016), Cedeño-Aristega *et al.* (2021) y Lucero-Pita *et al.* (2023) en condiciones de occidente de Cuba y subtropical Ecuatoriano reportaron proporciones de hojas y tallos del 75.5 y 24.5 %. No obstante, otros factores como las características de los suelos, fertilización, disponibilidad de agua, época de siembra y manejo, entre otros factores desempeñan importante papel en la producción de los sistemas vegetales.

Los pastos son un claro ejemplo de lo antes mencionado (Herrera 2022).

La importancia de conocer la cantidad de hojas que la especie puede tener en comparación con el tallo es de vital importancia, puesto que el valor nutritivo de la planta se concentra en una mayor producción de hojas. A su vez, ésta es de mayor palatabilidad para el rumiante. La realidad es que el porcentaje de hojas es un indicador relativo y cualquier variación de la intensidad luminosa que favorezca o reduzca su peso total, no tiene por qué afectar la relación si incide por igual en las hojas y los tallos como se observa en los resultados obtenidos en este estudio (Pérez-Luna *et al.* 2023).

La composición química durante el periodo de lluvias (tabla 2) mostró diferencias significativas para $p < 0.05$, con incrementos de los componentes de la pared celular y minerales a los 75 días comparado con 30 días en 6.67, 4.12, 3.95, 2.7, 0.08 y 3.12 % para FDN, FDA, LAD, Si, Ca y ceniza, respectivamente mientras que para PB, CC y MO se produjo disminuciones en su concentración en 4.80, 6.22 y 3.12 % en ese mismo orden; por su parte el fósforo no presentó un comportamiento definido aumentando sus porcentajes hasta los 45 días para después decrecer. Para el período poco lluvioso (tabla 3) y las mismas edades comparadas con anterioridad se mantuvo un patrón similar para la PB, CC, P y MO y disminuyeron en 4.38, 3.22, 0.06 y 3.60 %, así como aumentos de 2.80, 7.39, 2.55, 3.70, 0.12 y 3.60 %, respectivamente para FDN, FDA, LAD, Si, Ca y Cenizas.

La composición química (tablas 2 y 3) disminuyó con la madurez de la planta. Méndez-Martínez *et al.* (2019) al evaluar los cultivares Tanzania, Tobiata y Común en condiciones de regiones de Guayas, Ecuador encontraron para la variedad Común los aumentos significativos de los componentes de la pared celular (50 %). Fernandes *et al.* (2016) y Cedeño-Aristega *et al.* (2021) reportaron para *Megathyrsus maximus* vc. Tanzania y Mombasa valores de los componentes fibrosos (FDN, FDA, LAD) de 75, 36 y 6.12 %, respectivamente con el incremento de la edad de rebrote, y lo asociaron al aumento de la proporción de

Tabla 2. Composición química de *Megathyrsus maximus* vc. Tanzania en el período lluvioso

| Edad, días | Composición química, % | | | | | | | | | |
|------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | PB | FND | FAD | LAD | CC | Si | Ca | P | Cenizas | MO |
| 30 | 9.44 ^a | 68.04 ^d | 31.65 ^b | 1.22 ^d | 31.89 ^a | 4.63 ^d | 0.46 ^b | 0.16 ^a | 9.98 ^d | 90.02 ^a |
| 45 | 7.94 ^b | 69.95 ^c | 31.96 ^b | 3.45 ^c | 30.15 ^b | 5.88 ^c | 0.50 ^{ab} | 0.17 ^a | 10.80 ^c | 89.20 ^b |
| 60 | 6.55 ^c | 72.12 ^b | 35.47 ^a | 4.12 ^b | 27.96 ^c | 6.95 ^b | 0.52 ^{ab} | 0.15 ^{ab} | 12.20 ^b | 87.80 ^c |
| 75 | 4.64 ^d | 74.71 ^a | 35.77 ^a | 5.17 ^a | 25.67 ^d | 7.33 ^a | 0.54 ^a | 0.14 ^b | 13.10 ^a | 86.90 ^d |
| EE± | 0.29 | 0.58 | 1.78 | 0.66 | 0.78 | 0.45 | 0.007 | 0.003 | 0.31 | 0.87 |
| P | 0.0001 | 0.0001 | 0.01 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.01 | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 |

^{abcd} Letras diferentes no comunes difieren para $p < 0.05$ según Duncan (1955)

Tabla 3. Composición química de *Megathyrus maximus* vc. Tanzania en el período poco lluvioso

| Edad, días | Composición química, % | | | | | | | | | |
|------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | PB | FND | FAD | LAD | CC | Si | Ca | P | Cenizas | MO |
| 30 | 10.11 ^a | 67.45 ^c | 28.27 ^c | 1.11 ^d | 32.53 ^a | 4.96 ^d | 0.66 ^c | 0.26 ^a | 10.90 ^d | 89.10 ^a |
| 45 | 8.67 ^b | 68.24 ^b | 29.45 ^b | 1.89 ^c | 31.18 ^a | 5.89 ^c | 0.69 ^{bc} | 0.25 ^{ab} | 11.60 ^c | 88.40 ^b |
| 60 | 7.24 ^c | 69.33 ^a | 34.02 ^a | 2.04 ^b | 30.62 ^c | 7.37 ^b | 0.71 ^b | 0.23 ^b | 12.30 ^b | 87.70 ^c |
| 75 | 5.73 ^d | 70.25 ^a | 35.66 ^a | 3.66 ^a | 29.31 ^d | 8.66 ^a | 0.78 ^a | 0.20 ^c | 14.50 ^a | 85.50 ^d |
| EE± | 0.56 | 1.34 | 0.78 | 0.006 | 0.23 | 0.34 | 0.002 | 0.004 | 0.27 | 1.02 |
| P | 0.0001 | 0.001 | 0.001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.02 | 0.002 | 0.0001 | 0.0001 |

^{abcd} Letras diferentes no comunes difieren para $p < 0.05$ según Duncan (1955)

tejido sostén (tallos). Por otro lado, Antonio *et al.* (2018) y Derichs *et al.* (2021) en Tanzania y Mombasa encontraron concentraciones de PB (7.12-17.1 %), FDN (64.35-73.6 %), FDA (34.2-52.33 %), Lignina (5.2-13.18 %), Ceniza (8.1-12.93 %) y MO (85.6-88.4 %), los que estuvieron influenciados por el aumento de la edad fisiológica de la planta y los tenores de componentes estructurales de la pared celular. Lo anterior indica que, al aumentar la edad de los pastos, existe incremento significativo de FDA, FDN y LAD debido a la mayor síntesis de carbohidratos estructurales, lo que reduce la calidad del pasto.

Méndez-Martínez *et al.* (2020) encontraron que para la variación de la composición química sólo hubo interacción variedad-zona para la PB y los componentes de la pared celular (FDN, FDA, LAD, CEL y HCEL) no presentaron diferencias, lo que concuerda con lo planteado por Schnellmann *et al.* (2019), Lucero-Pita *et al.* (2023) y Tapia-Coronado *et al.* (2023), quienes señalaron que cuando se analiza el valor nutritivo de forrajes, la variabilidad es mínima entre cultivares y variedades de un mismo género, pero su calidad se ve afectada por la fluctuaciones de la pluviometría y temperaturas, comportamiento que se manifestó en el actual estudio donde a pesar de mantener una misma tendencia en ambos periodos estacionales, se obtuvieron diferentes valores numéricos. De ahí que, el empleo de pasturas mejoradas con elevada adaptabilidad a las diferentes condiciones en los ecosistemas ganaderos y similar composición química, son elementos que se deben considerar a la hora de seleccionar las variedades para su utilización en los sistemas de producción ganaderos.

Las precipitaciones pueden provocar estrés en los diferentes cultivos tanto si se encuentra en déficit como exceso. La abundancia de agua provoca anoxia en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua, si esta situación se prolonga en especies no tolerantes, se produce disminución de la asimilación y traslocación del carbono, provocando cambios metabólicos que activan la respiración anaeróbica, lo cual implica menor eficiencia energética y bioproduktividad en el vegetal. Mientras que, el estrés hídrico por déficit hídrico disminuye la concentración

de la pared celular en las hojas y tallos de las gramíneas, aunque de forma variable en sus componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa) y polifenoles (lignina), debido a la necesidad de la planta de mantener altos valores de carbohidratos en formas solubles durante los ajustes osmóticos (Álvarez 2019).

Lo anterior se pone de manifiesto en los resultados de Montenegro *et al.* (2018) en la variedad Común, al reportar 8.61, 73.70 y 33.91 % para la PB, FDN y FDA, respectivamente con precipitaciones de 500 mm y temperaturas de 32 °C. Por su parte, Mojica-Rodríguez *et al.* (2017) y Montalvão *et al.* (2018), informaron contenidos de PB, FDN, FDA, LAD, HCEL y CEL de 10.2, 70.8, 46.6, 5.8, 24.2 y 40.7 %, respectivamente al evaluar el efecto de la edad de rebrote en la calidad de los cultivares Mombasa y Tanzania, y las diferencias en relación con la presente investigación se pueden atribuir a las condiciones climáticas imperantes, al efecto de la fertilización, de dilución de los nutrientes por las lluvias, mayor crecimiento del tallo, condiciones experimentales y de manejo, entre otros factores.

Los bajos valores encontrados de minerales y materia orgánica en el presente estudio (tablas 2 y 3) pueden ser atribuible al efecto de las bajas precipitaciones durante el período de estudio (731.4 mm en la lluviosa y 270 mm en la poco lluviosa) que permiten que los minerales fluctúen y durante el periodo de mayor escasez de precipitaciones provocan el efecto de su dilución en la concentración de agua en el forraje y sus valores no sean mayores que durante la estación de pocas lluvias (De Barros *et al.* 2017). Mientras que, Méndez-Martínez *et al.* (2018) y Montalvão *et al.* (2018) reportaron resultados similares con porcentajes de ceniza (9-14) y MO (85-90) para esta especie y concluyeron que la variabilidad de estos indicadores depende de las características propias de cada especie y efecto de las condiciones edafoclimáticas.

Las diferencias entre estaciones climáticas son atribuibles según Pereira *et al.* (2017), Méndez-Martínez *et al.* (2020) y Lucero-Pita *et al.* (2023) al efecto de los factores del clima,

específicamente de las lluvias y temperaturas que propician mayor crecimiento y desarrollo del vegetal (madurez). Es conocido que los minerales son mayoritarios en las partes jóvenes y en crecimiento, especialmente en los brotes, hojas jóvenes y extremos radicales, y su disminución durante las lluvias está relacionado con el efecto de la dilución producido por el desarrollo vegetativo.

En cuanto a los indicadores de la calidad (tablas 4 y 5) en ambos períodos estacionales se produjo decrecimiento de estos, en el período lluvioso la DMS, DMO, EM, ENL y ENE se redujeron en 7.65, 8.10 unidades porcentuales, 1.46, 0.88 y 1.17 MJ/kg MS, respectivamente mientras que en el período poco lluvioso fueron de 19.88, 19.17 unidades porcentuales, 3.09, 2.28 y 2.54 MJ/kg MS, respectivamente. Estos resultados coinciden con los informados por Méndez-Martínez *et al.* (2019, 2020) en las variedades Común, Tanzania y Tobiata y argumentaron que este comportamiento se debe a las características anatómicas de cada variedad y variaciones climáticas, ya que estos cultivares presentan mayor proporción de hojas disponibles para el consumo animal, no existen muchas diferencias en cuanto a su crecimiento en las diferentes estaciones del año lo que las hace promisorias para la alimentación ganadera.

El decrecimiento de la calidad por el incremento de la madurez de los forrajes, con disminución de la DMS, DMO, EM y ENL fue informado por Montalvão *et al.* (2018) y Tapia-Coronado *et al.* (2023) y obtuvieron resultados similares en la relación entre la fracción fibrosa y nitrógeno, planteando que en la medida que avanza la edad de rebrote se produce el decrecimiento del porcentaje de hojas y

aumento de los tallos, y por tanto bajos niveles de PB y altos de componentes de la pared celular que afectan la degradación de materia orgánica y aporte energético debido a la menor eficiencia de los microorganismos del rumen. En estudios de Fernandes *et al.* (2014, 2016) notificaron para la variedad Tanzania digestibilidad de la materia seca y proteína bruta de 63.66 a 58.04 % y 54.1 a 56.31 %, respectivamente, con disminución influenciados por el incremento de la fracción fibrosa y decrecimiento del follaje y por consiguiente la calidad de la biomasa.

La variabilidad de la digestibilidad y aporte energético debido al efecto del clima, fue señalado por Valles-De la Mora *et al.* (2016) y Méndez-Martínez *et al.* (2020), quienes al evaluar el efecto de la estacionalidad en la calidad de *Megathyrus maximus* vc. Tanzania, Común y Tobiata en tres momentos del año (marzo-junio, 200 mm y 30 °C; agosto-noviembre, 400 mm 32 °C y enero-abril, 80 mm y 28 °C) y dos regiones (Guayas 117.2 mm y 23.87 °C; Empalme 245.6 mm y 25,80 °C) encontraron los mejores resultados en el intervalo enero-abril de menor precipitaciones y mayor temperatura media con digestibilidad de 73.8 % y una diferencia de 14.1 unidades porcentuales con respecto al período de mayores lluvias y el mejor aporte energético fue para el de mayores precipitaciones, mientras que para las zonas climáticas no existieron diferencias para las regiones con diferencias de 0.89 % y 0.69 MJ/kg MS.

Al emplear enzimas fibrolíticas en *Megathyrus maximus* vc. Mombasa, Antonio *et al.* (2018) notificaron incrementos en la digestibilidad MS, FDN, FDA, LAD, hemicelulosa y

Tabla 4. Calidad del *Megathyrus maximus* vc. Mombasa en el período lluvioso

| Edad, días | % | | | MJ/kgMS | | |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--|
| | DMS | DMO | EM | ENL | ENE | |
| 30 | 47.12 ^a | 48.66 ^a | 6.98 ^a | 3.82 ^a | 3.32 ^a | |
| 45 | 45.33 ^b | 47.59 ^a | 6.56 ^{ab} | 3.64 ^{ab} | 3.08 ^a | |
| 60 | 43.22 ^c | 44.37 ^b | 6.32 ^b | 3.37 ^b | 2.71 ^b | |
| 75 | 39.47 ^d | 40.56 ^c | 5.62 ^c | 2.94 ^c | 2.15 ^c | |
| EE± | 1.03 | 0.96 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | |
| P | 0.0001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |

^{abcd} Letras diferentes no comunes difieren para $p < 0.05$ según Duncan (1955)

Tabla 5. Calidad del *Megathyrus maximus* vc. Mombasa en el período poco lluvioso

| Edad, días | % | | | MJ/kgMS | | |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|
| | DMS | DMO | EM | ENL | ENE | |
| 30 | 56.46 ^a | 57.05 ^a | 8.45 ^a | 4.93 ^a | 4.42 ^a | |
| 45 | 53.56 ^b | 54.72 ^b | 7.86 ^b | 4.48 ^{ab} | 4.13 ^a | |
| 60 | 45.77 ^c | 47.66 ^b | 6.74 ^c | 3.66 ^b | 3.09 ^b | |
| 75 | 36.58 ^d | 37.88 ^d | 5.36 ^d | 2.65 ^c | 1.88 ^c | |
| EE± | 1.73 | 1.96 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | |
| P | 0.0001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |

^{abcd} Letras diferentes no comunes difieren para $p < 0.05$ según Duncan (1955)

celulosa de 1.7, 3.1, 4.7, 2.1, 2.3 y 4.6 %, respectivamente planteando que la celulosa y hemicelulosa son fermentadas por los microorganismos del rumen con relativa facilidad. Sin embargo, en la medida que aumenta el contenido de lignina, esta se une a los carbohidratos los cuales estarían menos disponibles para los microorganismos en el rumen y enzimas digestivas, por lo que el grado de fermentación disminuye, el que puede llegar a ser cero, en dependencia de la intensidad de lignificación. Cada tipo de complejo lignocelulósico tiene un grado máximo de fermentación por los microorganismos, y este puede ser alterado cuando se realizan tratamientos del material. El incremento en la degradación de la fracción fibrosa cuando se emplean las enzimas en los alimentos confirma que la lignina es un factor limitante de degradación.

Ortega-Aguirre et al. (2015) y Avellaneda-Cáceres et al. (2019) al estudiar cinco variedades de *Megathyrus maximus* (Común, Tanzania, Enano, Mombaza y Tobiata), no encontraron diferencias significativas en la digestibilidad y reportaron DMS por encima de 47 % y consideraron que las causas de este comportamiento es la similitud constitutiva de los diferentes componentes celulares de la planta en función de la variedad. Vale destacar que los valores de digestibilidad y aporte energético del presente estudio se encuentran en el rango de lo reportado en la literatura internacional. Al respecto, diversas investigaciones han informado que la vinculación de gramíneas del género *Megathyrus* es ideal para intensificar los sistemas ganaderos, debido a sus altos rendimientos y calidad nutricional para el desarrollo de sistemas sostenibles, ya sea en monocultivo (Cajas-Girón et al. 2012) o en asociaciones en sistemas silvopastoriles (Barragán-Hernández y Cajas-Girón 2019 y Contreras-Santos et al. 2021).

Conclusiones

Se concluye que el cultivar evaluado durante el período de escasez de lluvias presenta buen comportamiento para los componentes morfológico y rendimiento, por lo que constituye una opción viable para los sistemas de producción ganaderos durante la época de baja disponibilidad de alimentos. A pesar de que se presentaron comportamiento similar en ambas estaciones climáticas y menor desempeño durante la poca lluvia para el crecimiento de las hojas y componentes de la pared celular, presenta alta digestibilidad y aporte energético por lo que se confirma su adaptabilidad y potencialidades en ecosistemas de bajas pluviometría.

Referencias

Álvarez, A. 2019. Variación de los periodos de crecimiento para tres pastos tropicales, bajo los efectos del cambio climático. *Pastos y Forrajes*. 42(2):

- 95-104, ISSN: 0864-0394, http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n2/en_2078-8452-pyf-42-02-104.pdf.
- Antonio, G., Gaio, M., Del Valle, T.A., Campana, M. & Gomes, J.P. 2018. Efeitos de enzimas fibrolíticas sobre a degradação in situ da matéria seca e da fibra de forrageiras. *Revista Agrarian*, 11(42): 363-370, ISSN: 1984-2538. <http://doi.org/10.30612/agrarian.v11i42.7488>
- AOAC, G.W. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available at: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>. [Consulted: September 22, 2016].
- Aumont, G., Caudron, I., Saminadin, G. & Xandé, A. 1995. Sources of variation in nutritive values of tropical forages from the Caribbean. *Animal Feed Science and Technology*, 51(1-2): 1-13, ISSN: 0377-8401. [http://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)00688-6](http://doi.org/10.1016/0377-8401(94)00688-6).
- Avellaneda-Cáceres, A., Navarro, J.A. & Micheloud, J.F. 2019. Impactación ruminal y abomasal en vacas de cría asociada al consumo de pasturas diferidas de *Megathyrus maximus* cv. Gatton. *Revista FAVE-Sección Ciencias Veterinaria*, 18(1): 12-16, ISSN: 2362-5589. <https://doi.org/10.14409/favecv.v18i1.8234>
- Barragán-Hernández, W.A. & Cajas-Girón, Y.S. 2019. Cambios bromatológicos y estructurales en *Megathyrus maximus* bajo cuatro arreglos silvopastoriles. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2): 231-258, ISSN: 2500-5308. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1458>
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 160(2): 268-282, ISSN: 1471-2946. <http://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>.
- Cáceres, O. & González, E. 2000. Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*, 23(1): 87-92, ISSN: 0864-0394. <https://hal.science/hal-01190063/document>.
- Cajas-Girón, Y.S., Barragán-Hernández, W.A., Arreaza-Tavera, L.C., Argüelles-Cárdenas, J., Amézquita-Collazos, L. E. & Abuabara-Pérez, Y. 2012. Efecto sobre la producción de carne de la aplicación de tecnologías de renovación de praderas de *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus en la Costa Norte Colombiana. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2): 213-218, ISSN: 2500-5308. https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:259.
- Cedeño-Aristega, M. J. C., Murillo, R. A. L., Coronel, A. L. E., & Garaicoa, D. A. R. 2021. Producción y composición química de *Megathyrus maximus* cultivares Tanzania y Mombasa bajo condiciones del subtropical ecuatorial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4): 6427-6443, ISSN: 2707-2215. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.777.

- Contreras-Santos, J.L., Martínez-Atencia, J. & Falla-Guzman, C.K. 2021. Carbono acumulado en raíces de especies vegetales en sistemas silvopastoriles en el Norte de Colombia. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1): 52-69, ISSN: 2215-3896. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.55-1.3>.
- De Barros, E., Pereira, F.V., Henrique, P., Ferracciú, L.R., Olinda, B. & Alves, E. 2017. Growth of tropical grasses in Oxisol contaminated by nickel. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77(3):273-280, ISSN: 0718-5839. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392017000300273>.
- De Lucena-Costa, N., Jank, L., Avelar-Magalhães, J., Azevedo-Rodrigues, A.N., Dos Santos-Fogaça, F.H., Burlamaqui-Bendahan, A. & De Seixas-Santos, F.J. 2018. Características morfológicas e estruturais de *Megathyrus maximus* cv. Tanzânia-1 sob intensidades de desfolhação. *PUBVET*, 12(4): 1-7, ISSN: 1982-1263. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a67.1-7>.
- Derichs, K., Mosquera, J., Ron-Garrido, L.J., Puga-Torres, B. & De la Cueva, F. 2021. Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. *Siembra*, 8 (2): e2506, ISSN: 2477-8850. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2506>.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Fernandes, A.M., Deresz, F., Sampaio, D., Ferraz, F.C. & Siqueira, L. 2014. Nutritive value of Tanzania grass for dairy cows under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(8): 410-418, ISSN: 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000800003>.
- Fernandes, M.H.M.R., Fernandes, J.S., De Resende, K.T., Bonfa, H.C., Reis, R.A., Ruggieri, A.C., Fernandes, J.J.R. & Santos, P.M. 2016. Grazing behavior and intake of goats rotationally grazing Tanzania-grass pasture with different post-grazing residues. *Tropical Grasslands*, 4(2): 91-100, ISSN: 2346-3775. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(4\)91-100](https://doi.org/10.17138/TGFT(4)91-100).
- Fortes, D., Valenciaga, D., García, C.R., García, M., Cruz, A.M. & Romero, A. 2016. Evaluation of three varieties of *Megathyrus maximus* in the dry period. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(1): 131-137, ISSN: 2079-3480. <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v50n1/cjas15116.pdf>.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses: Apparatus, reagent, procedures and some applications. In: Agriculture Handbook No. 379. Ed. U.S.D.A. Agricultural Research Service, Department of Agriculture, United States of America, p. 20. <https://handle.nal.usda.gov/10113/CAT87209099>.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L. & Camacho, I. 2015. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de suelos. La Habana, Cuba: AGROINFOR, 64 p., ISBN: 959-246-022-1.
- Herrera, R.S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. In: Fisiología producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Ed. EDICA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 1-108 p. ISBN: 978-959-7171-05-8
- Herrera, R.S. 2022. Evaluation of *Cenchrus purpureus* varieties tolerant to drought in the western region of Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(2): 135-143, ISSN: 2079-3480. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802022000200005.
- Herrera, R.S., García, M. & Cruz, A.M. 2018. Study of some climate indicators at the Institute of Animal Science from 1967 to 2013 and their relation with grasses. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 411-421, ISSN: 2079-3480. <https://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/831>.
- Herrera, R.S., Verdecia, D.M. & Ramírez, J.L. 2020. Chemical composition, secondary and primary metabolites of *Tithonia diversifolia* related to climate. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3): 425-433, ISSN: 2079-3480. <https://www.cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/976>.
- Lucero-Pita, L., Gómez-Mendoza, C., Guamán-Guamán, R., Villavicencio-Abril, A., Ulloa-Cortázar, S., & Romero-Salguero, E.J. 2023. Tiempos de descanso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* mediante tres tipos de corte. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(5): e24237, ISSN: 1609-9117. <https://doi.org/10.15381/v34i5.24237>.
- Maricelis, L., Herrera, M. & Padilla, C. 2022. Modelos matemáticos para describir la producción de semilla *Megathyrus maximus* vc. Mombasa. *Revista Ciencia Universitaria*, 20 (3): 1-29, ISSN: 978-959-16-4723-8, https://www.uaeh.edu.mx/ciencia_universitaria/revistas/2/revista.pdf.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 4(543): 68-78, ISSN: 1537-274X. <http://dx.doi.org/10.2307/2280095>.
- Méndez Martínez, Y., Reyes Pérez, J.J., Luna Murillo, R.A., Verdecia, D.M., Espinoza Coronel, A.L., Pincay-Ronquillo, W.J., Espinosa-Cunuhay, K.A., Macías-Pettao, R.K., & Herrera, R.S. 2020. Effect of climate area on yield and quality of three varieties of *Megathyrus maximus*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2):1-12, ISSN: 2079-3480. <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/956>.
- Méndez-Martínez, Y., Reyes-Pérez, J.J., Luna-Murillo, R.A., Verdecia, D.M., Rivero-Herrada, M., Montenegro-

- Vivas, L.B. & Herrera, R.S. 2019. Yield components and bromatological composition of three *Megathyrus maximus* cultivars in Guayas area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(4): 437-446, ISSN: 2079-3480. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/928/994>.
- Méndez-Martínez, Y., Verdecia, D.M., Reyes-Pérez, J.J., Luna-Murillo, R.A., Rivero-Herrada, Marisol., Montenegro-Vivas, L.B. & Herrera, R.S. 2018. Quality of three *Megathyrus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 423-433. ISSN: 2079-3480. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/834>.
- Milera, M.D., Alonso Amaro, O., Machado Martínez, H.C., & Machado Castro, R.L. 2017. *Megathyrus maximus*. Resultados científicos y potencialidades ante el cambio climático en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(3): 41-62, ISSN: 0188-7890. <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/issue/view/30/52>.
- Mojica-Rodríguez, J. E., & Burbano-Erazo, E. 2020. Efecto de dos cultivares de *Megathyrus maximus* (Jacq.) en la producción y composición de la leche bovina. *Pastos y Forrajes*, 43(3): 177-183, ISSN: 2078-8452. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n3/en_2078-8452-pyf-43-03-177.pdf.
- Mojica-Rodríguez, J.E., Castro-Rincón, E., Carulla-Fornaguera, J. & Lascano-Aguilar, C.E. 2017. Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2): 217-232, ISSN: 2500-5308. http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:623.
- Montalvão, D., Abdalla, A.L., Tavares, P., Zanuto, G., Dias, T.P., McManus, C., Abdalla, A.L. & Louvandini, H. 2018. Morphological characteristics, nutritive quality, and methane production of tropical grasses in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(3): 323-331, ISSN: 1678-3921. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000300007>.
- Montenegro, L., Espinoza, I., Sánchez, A., Barba, C., García, A., Requena, A. & Martínez-Marín, A. 2018. Composición Química y cinética de degradación ruminal *in vitro* del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. *Revista Científica, FVC-LUZ*, 28(4): 306-312, ISSN: 0798-2259. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/45363/art8.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ortega-Aguirre, C.A., Lemus-Flores, C., Bugarín-Prado, J.O., Alejo-Santiago, G., Ramos-Quirarte, A., Grageola-Núñez, O. & Bonilla-Cárdenas, J.A. 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3): 291-301, ISSN: 1870-0462. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93944043005>.
- Oyedeji, S., Onuche, F.J., Animasaun, D.A., Ogunkunle, C.O., Agboola, O.O. & Isichei, A.O. 2016. Short-term effects of early-season fire on herbage composition, dry matter production and soil fertility in guinea savanna, Nigeria. *Archives of Biological Sciences*, 68(1): 7-16, ISSN: 1821-4339. <http://dx.doi.org/10.2298/ABS150526002O>.
- Patiño-Prado, R.M., Gómez, R. & Navarro, O.A. 2018. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13 (1): 17-30, ISSN: 1900-9607. <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.2>.
- Pereira, I., Mercêdes, J., de Pinto, K.A., Ferreira, W. & Araujo, W. 2017. Brachiaria pasture occupation during the dry season in Brazilian savannah conditions. *Global Science and Technology*, 9(3): 151-162, ISSN: 1984-3801. <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A15%3A16830399/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A121300848&crl=c>.
- Pérez-Luna, E.J., Ruíz-Sesma, B., & Sánchez-Roque, Y. 2023. Rendimiento y composición química de *Panicum maximum* cv. Tanzania en un sistema silvopastoril en Chiapas. *Bioteconia*, 25 (2): 97-104, ISSN: 1665-1456. <https://doi.org/10.18633/bioteconia.v25i2.1844>.
- Reyes-Pérez, J.J., Méndez-Martínez, Y., Luna-Murillo, R.A., Verdecia, D.M., Macías-Pettao, R., & Herrera, R.S. 2019. Quality of three Brachiaria varieties in Guayas area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(2): 177-187, ISSN: 2079-3480. <https://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/888>.
- Sánchez-Hernández, M.A., Valenzuela-Haro, Y.E., Morales-Terán, G., Rivas-Jacobo, M.A., Fraire-Cordero, S., & Hernández-Sánchez, S. 2019. Guinea grass (*Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) growth in response to chemical fertilization in warm humid climate. *Agroproductividad*, 12(8): 47-52, ISSN: 2594-0252. <https://core.ac.uk/download/pdf/249321565.pdf>.
- Schnellmann, L.P., Verdoljak, J.J.O., Bernardis, A., Martínez-González, J.C. & Castillo-Rodríguez, S.P. 2019. Frecuencia y altura de corte en *Panicum maximum* cv Gattón Panic. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2): 553-562, ISSN: 2215-3608. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34216>.
- Tapia-Coronado, J.J., Suárez-Paternina, E.A., Barragán-Hernández, W.A., Atencio-Solano, L.M., & Mejía-Kerguelen, S.L. 2023. Desempeño agronómico y nutricional de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L en la región

- Caribe colombiana. *Pastos y Forrajes*, 46: e05, ISSN: 2078-8452. [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=2320](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=2320).
- Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I. & Sucoshañay, J. 2015. Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vc Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(6): 1-5, ISSN: 1695-7504. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060615.html>.
- Valles-de la Mora, B., Castillo-Gallegos, E. & Bernal-Barragán, H. 2016. Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(2): 141-158, ISSN: 2448-6698. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n2/2448-6698-rmcp-7-02-00141-en.pdf>.
- Velasco, M., Hernández, A., Vaquera, H., Martínez, J., Hernández, P. & Aguirre, J. 2018. Análisis de crecimiento de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq) cv. Mombasa. *Revista MVZ Córdoba*, 23(Supl): 6951-6963, ISSN: 1909-0544. <http://dx.doi.org/10.21897/rmvz.1415>.
- Verdecia, D. M., Herrera, R. S., Ramírez, J. L., Acosta, I. L., Uvidia, H., Santana, A. & Almanza, D. 2015. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Megathyrsus maximus* en la Región Oriental de Cuba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(11): 1-9, ISSN: 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63643094002.pdf>.