

Desempeño agronómico y nutricional de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L en la región Caribe colombiana

Agronomic and nutritional performance of four cultivars of *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L in the Colombian Caribbean region

José Jaime Tapia-Coronado¹ <https://orcid.org/0000-0002-3621-5316>, Emiro Andrés Suárez-Paternina² <https://orcid.org/0000-0003-2271-7160>, Wilson Andrés Barragán-Hernández³ <https://orcid.org/0000-0003-3528-4296>, Liliana Margarita Atencio-Solano^{*} <https://orcid.org/0000-0001-8425-1621>, Sergio Luis Mejía-Kerguelen¹ <https://orcid.org/0000-0003-2498-756X>

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de investigación Turipaná, Cereté, Colombia. ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Sede El Carmen de Bolívar, Bolívar, Colombia. ³Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de investigación El Nus, San Roque, Colombia. Correo electrónico: jtapia@agrosavia.co, esuarez@agrosavia.co, wbarraganh@agrosavia.co, latencio@agrosavia.co, smejia@agrosavia.co. *Autor para correspondencia: latencio@agrosavia.co

Resumen

Objetivos: Evaluar el desempeño agronómico y nutricional de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L en la región Caribe colombiana.

Materiales y Métodos: El estudio se llevó a cabo en cinco localidades ubicadas en las subregiones Caribe húmedo y Caribe seco de Colombia. Se evaluaron los cultivares Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya, los cuales se compararon con los testigos comerciales Mombasa y Tanzania. En cada localidad se establecieron 12 parcelas de 2 x 3 m, distribuidas en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron cuatro cultivares y dos edades de rebrote (21 y 28 días), durante el período seco y lluvioso. Se evaluó la composición nutricional, el rendimiento de materia seca, la altura de la planta, la cobertura, el ancho y el largo de la hoja.

Resultados: Los cvs. Agrosavia Sabanera, Mishaya, Mombasa y Tanzania presentaron rendimientos de materia seca similares, que variaron entre 480,4 y 577,8 kg de MS ha⁻¹. En cuanto a la composición nutricional, los cvs. Sabanera y Mishaya presentaron las mayores concentraciones de proteína bruta (11,7 y 11,0 %, respectivamente), que difirieron ($p < 0,05$) de las registradas por los cultivares Mombasa (10,5 %) y Tanzania (10,8 %), respectivamente. De igual forma, se encontró efecto ($p < 0,05$) de la época y la edad en el contenido de proteína bruta.

Conclusión: Las características agronómicas y nutricionales observadas en los materiales Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya compilan atributos de interés para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

Palabras clave: ganadería, rendimiento, gramíneas forrajeras

Abstract

Objectives: To evaluate the agronomic and nutritional performance of four cultivars of *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L in the Colombian Caribbean region.

Materials and Methods: The study was conducted in five localities located in the humid Caribbean and dry Caribbean subregions of Colombia. The cultivars Agrosavia Sabanera and Agrosavia Mishaya were evaluated and compared with the commercial controls Mombasa and Tanzania. Twelve 2 x 3 m plots were established in each location, distributed in a complete randomized block design with three replicas. The evaluated factors were four cultivars and two regrowth ages (21 and 28 days), during the dry and rainy seasons. Nutritional composition, dry matter yield, plant height, cover, leaf width and leaf length were evaluated.

Results: The cvs. Agrosavia Sabanera, Mishaya, Mombasa and Tanzania showed similar dry matter yields, ranging between 480,4 and 577,8 kg DM ha⁻¹. Regarding nutritional composition, cvs. Sabanera and Mishaya had the highest crude protein concentrations (11,7 and 11,0 %, respectively), which differed ($p < 0,05$) from those recorded by cultivars Mombasa (10,5 %) and Tanzania (10,8 %), respectively. Similarly, effect ($p < 0,05$) of time and age on crude protein content was found.

Conclusion: The agronomic and nutritional characteristics observed in the Agrosavia Sabanera and Agrosavia Mishaya materials compile attributes of interest for the development of sustainable animal husbandry systems.

Key words: animal husbandry, yield, forage grasses

Introducción

En Colombia, la ganadería bovina es una de las actividades pecuarias de mayor relevancia económica y social, ya que contribuye con 1,4 % del producto interno bruto, concentra 634 mil unidades productivas y genera más de 1,1 millones de empleos directos, que representan 6 % del empleo

Recibido: 09 de septiembre de 2022

Aceptado: 20 de enero de 2023

Como citar este artículo: Tapia-Coronado, José Jaime; Suárez-Paternina, Emiro Andrés; Barragán-Hernández, Wilson Andrés; Atencio-Solano, Liliana Margarita & Mejía-Kerguelen, Sergio Luis. 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, 2023.

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.

nacional y 19 % del agropecuario (Fedegan, 2022). Sin embargo, a pesar de ser una actividad generalizada en el país, sobresalen regiones como el Caribe colombiano, donde se concentra 30 % del inventario bovino nacional (ICA, 2022).

La importancia de la región Caribe en la actividad ganadera también se sustenta por la proyección exportadora, dado su acceso a puertos marítimos (Fedegan, 2018). No obstante, la relevancia económica y social de la ganadería en esa región contrasta con los indicadores productivos del sistema ganadero, que muestran una baja eficiencia técnica y económica (Mejía-Kerguelen *et al.*, 2020).

Parte de la ineficiencia de los sistemas de producción ganaderos obedece, entre otras condiciones, a los períodos prolongados de sequía y a pasturas naturalizadas, con limitada capacidad productiva y nutricional (Tapia-Coronado *et al.*, 2019; Roncallo-Fandiño *et al.*, 2020). De igual forma, el manejo inadecuado del pastoreo contribuye a su ineficiencia productiva, lo que ocasiona la degradación de los suelos y de las pasturas (Mejía-Kerguelen *et al.*, 2019).

Una de las estrategias para resolver esta problemática de los sistemas ganaderos en la región Caribe colombiana es la introducción de nuevos materiales forrajeros, que resalten por sus altos rendimientos y composición nutricional, sean tolerantes a períodos de déficit hídrico, a las plagas y a las enfermedades, como también a la sombra.

Mojica-Rodríguez *et al.* (2013) en el departamento del Cesar (Colombia) informaron que con el establecimiento de materiales forrajeros como *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs cv. Tanzania, se logró incrementar los rendimientos de forraje en las épocas de lluvia y de sequía en 32,0 y 57,0 % respectivamente, con relación a los rendimientos registrados por el pasto naturalizado [*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus]. Estos

mismos autores reportaron mayores concentraciones de proteína bruta (PB) en el cultivar Tanzania, en la época de lluvia, como en la de sequía. Otra experiencia informada por Reza-García *et al.* (2011) en la región Caribe colombiana documentó que el establecimiento de gramíneas como *M. maximus* cv. Mombasa, manejada con pastoreo rotacional, permitió incrementar la capacidad de carga y la respuesta animal en virtud de los mayores rendimientos y su composición nutricional.

A pesar del buen comportamiento de los cultivos Mombasa y Tanzania en la región, desde el programa de mejoramiento genético de gramíneas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se ha percibido la necesidad de desarrollar materiales forrajeros adaptados, principalmente a las diferentes condiciones edafoclimáticas de la región Caribe. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el desempeño agronómico y nutricional de dos cultivares promisorios de *M. maximus* en la región Caribe colombiana.

Materiales y Métodos

Localización y características del clima. El estudio se llevó a cabo en cinco localidades ubicadas en las subregiones Caribe húmedo y Caribe seco de Colombia (tabla 1). La subregión Caribe seco presenta zonas agrofísicas de planicie y mayor presencia de sabanas ácidas/salino sódicas, con ausencia de colinas en comparación con el Caribe húmedo; la precipitación anual promedio es de 1 561 mm, temperatura promedio de 29 °C y humedad relativa de 68 %. La subregión Caribe húmedo se caracteriza por suelos de mediana a baja fertilidad y relieve ligeramente ondulado, precipitación promedio de 1 334 mm/año, temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 85 % (Mejía-Kerguelen *et al.*, 2020; Roncallo-Fandiño *et al.*, 2020).

Tabla 1. Ubicación geográfica de los ensayos.

Subregión	Departamento	Municipio	Coordenadas	
			Latitud Norte	Longitud Este
Caribe húmedo	Córdoba	Cereté	8° 50,980'	75° 48,890'
	Córdoba	Chinú	9° 06'46,8"	75° 23'00"
	Bolívar	El Carmen de Bolívar	9° 43'39,4"	75° 09'18"
Caribe seco	Cesar	La Paz	10°24'58,2"	73° 10'16,8"
	Cesar	Agustín Codazzi	10°00'0,63"	73° 14'54,5"

Características químicas del suelo. El suelo del área de estudio en las localidades La Paz y Agustín Codazzi, presentó textura franco-arenosa, pH entre 6,2 y 7,5, con baja proporción de materia orgánica (0,1 a 1,16 %), P (10 a 15 ppm), K (0,1 ppm) y capacidad de intercambio catiónico que varió entre 5,0 y 8,7 cmol (+)/kg. Se caracteriza por ser un suelo de baja fertilidad.

El suelo de las localidades ubicadas en la subregión Caribe húmedo difirió en su textura (areno-arcillosa, arenosa y franca, para Chinú, Cereté y El Carmen de Bolívar respectivamente), con pH entre 5,0 y 7,0; 2,1-3,1 % de materia orgánica, 8,9 a 26,4 ppm de P, entre 0,8 y 0,9 ppm de K y capacidad de intercambio catiónico de 23,6 a 42,6 cmol (+)/kg. Las localidades de El Carmen de Bolívar y Chinú se caracterizaron por suelos de media a alta fertilidad, mientras que Cereté por suelos de baja fertilidad. Ninguna localidad presentó saturación de aluminio.

Área y diseño experimental. En cada localidad se empleó un área de 144 m² y, en ella, se establecieron 24 parcelas de 2 x 3 m, distribuidas en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Materiales forrajeros evaluados Se evaluaron los cultivares Agrosavia Sabanera, y Agrosavia Mishaya, con origen en el banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Valle del Cauca, Colombia, los cuales se compararon con los testigos comerciales cv. Mombasa y Tanzania. La evaluación se realizó durante los años 2013 y 2014.

Para el establecimiento de los materiales se realizó inicialmente la preparación del terreno, la cual consistió en dos pases de rastra pesada y un pase de pulidor o rastrillo. La siembra se realizó entre abril y junio, correspondiente a la época de lluvia de la zona. Se utilizó material vegetativo o macollas, sembradas a una distancia de 50 x 50 cm, sin fertilización. Tres meses después de la siembra se realizó un corte de establecimiento a 20 cm del suelo.

Variables evaluadas. Las evaluaciones de los materiales se realizaron a los 21 y 28 días de rebrote en la época de lluvia como en la seca. La época de lluvia comprende desde mediados de abril hasta noviembre, donde se registró, aproximadamente, 85 % de la precipitación y, la época seca, desde diciembre hasta mediados de abril. Se realizaron cinco evaluaciones por cada época. Se evaluaron las variables que se describen seguidamente.

Altura de la planta (cm). Se registró en cinco puntos al azar, utilizando una regla graduada en centímetros. Se midió desde el suelo hasta

el punto más alto de la planta (hoja bandera), sin estirarla y sin contar la inflorescencia (Toledo y Schultze-Kraft, 1982).

Cobertura (%). Se estimó según la proporción aparente en que el pasto cubrió cada área del marco aforador (área de 0,25 m²), de acuerdo con la metodología de Toledo y Schultze-Kraft (1982).

Rendimiento de materia seca (MS). En cada edad de rebrote en las diferentes parcelas se cortaron las plantas a 20 cm de altura y se pesó el forraje, para luego llevar a kg de MS/corte ha⁻¹

Ancho de la hoja (cm). Se determinó en el tercio medio de una hoja totalmente desarrollada.

Largo de la hoja (cm). Se midió desde la base hasta el ápice de una hoja totalmente desarrollada.

Calidad nutricional. La calidad nutricional se calculó al considerar los factores del experimento, de acuerdo con la metodología de simulación de pastoreo propuesto por Mestra-Vargas *et al.* (2020). Se tomaron 300 g de forraje verde, que se depositaron en bolsas de papel para su secado en una estufa de ventilación forzada (Binder-Modelo FED56®) a 60 °C, durante 48 h. Posteriormente, las muestras se pesaron para determinar el peso seco. El porcentaje de MS se determinó mediante la relación entre el peso del forraje seco y húmedo multiplicado por 100. Seguidamente, las muestras se molieron en un molino tipo Willey, con criba de un milímetro. Se determinó proteína bruta (PB) por el método Kjeldahl, fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA), según la AOAC (2002) y la degradabilidad *in situ* de la MS (DIGMS) mediante la técnica de la bolsa de nailon, descrita por Ørskov *et al.* (1980). El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de AGROSAVIA, ubicado en el Centro de Investigación-Turipaná.

Análisis estadístico. El análisis de la información se desarrolló bajo un experimento multilocacional en varios períodos (Martínez- Martínez *et al.*, 2011) empleando un modelo mixto (PROC MIXED) con el cultivar, la edad de corte y época como efectos fijos y las localidades y bloques en la localidad como efectos aleatorios. En cada uno de los análisis desarrollados, se evaluó la normalidad (Shapiro-Wilks) y homogeneidad de varianza (gráfico de residuales versus predichos) en los residuales. En caso de desviación, se ajustó con la aplicación de las estructuras de correlación o ponderando la varianza (y con ambas) en los factores con heterogeneidad en los residuales, respectivamente. En este proceso, se seleccionó el modelo de

mejor ajuste, basado en los criterios de Akaike y Bayesiano. En caso de rechazo de la hipótesis nula, se aplicó la prueba de Tukey para la separación de medias, considerando un error tipo I de 0,05. Para las variables PB y MS, dado que no cumplieron los supuestos en los residuales para el análisis de varianza, se aplicó un modelo generalizado (PROC GLIMMIX), considerando una distribución Beta con función de enlace log. Los análisis estadísticos de desarrollaron empleando el software SAS® Enterprise Guide® versión 8.3.

Resultados y Discusión

Agrosavia Sabanera, Agrosavia Mishaya, Mombasa y Tanzania presentaron rendimientos similares de MS ($p > 0,05$), sin efecto en las interacciones con la época y la edad de corte ($p > 0,05$). Los valores medios en los materiales evaluados variaron entre 480,4 y 577,8 kg de MS/ha (tabla 2).

Estos resultados difieren de lo informado por Carvajal-Tapia *et al.* (2021), quienes señalaron un comportamiento similar en rendimiento de masa forrajera entre los materiales Mombasa y Tanzania

con Agrosavia Mishaya, pero diferente de Agrosavia Sabanera.

El rendimiento de forraje en la época de máximas precipitaciones superó ($p < 0,05$) en 63,1 % al obtenido en la época de mínimas precipitaciones, lo que coincide con lo informado por Cajas-Girón *et al.* (2012) en *Megathyrus* sp. para la región Caribe. Asimismo, se observó que a los 21 días de rebrote la producción de masa de forraje fue menor en 20,7 % a la registrada a los 28 días (tabla 2). La interacción época \times edad corte afectó ($p < 0,05$) el rendimiento de MS, con mayores producciones (kg de MS/ha) durante el período de lluvia a los 28 días de rebrote (fig. 1).

Para la altura de la planta, se encontró efecto del cultivar, edad y época ($p < 0,05$). Agrosavia Sabanera presentó la menor altura, sin afectar la producción de forraje con respecto al resto de las pasturas. Estos resultados coinciden con lo informado por Carvajal-Tapia *et al.* (2021), quienes indicaron menor altura en este material con respecto a Tanzania (97 cm) y Mombasa (113,1 cm), aunque en su investigación el cultivar Agrosavia Sabanera

Tabla 2. Desempeño agronómico de cuatro cultivares de *M. maximus* en la región Caribe colombiana.

Factor	Rendimiento, kg de MS/ha	Altura, cm	Cobertura, %	Ancho hoja, cm	Largo hoja, cm
Cultivar					
Sabanera	526,4 \pm 73,69	51,5 ^b \pm 3,12	27,6 ^a \pm 3,27	1,9 ^b \pm 0,07	40,8 ^b \pm 4,11
Mishaya	503,5 \pm 73,60	54,1 ^{ab} \pm 3,15	28,0 ^a \pm 3,27	1,8 ^b \pm 0,08	43,6 ^b \pm 4,13
Mombasa	480,4 \pm 73,48	56,5 ^a \pm 3,23	24,3 ^b \pm 3,27	1,9 ^{ab} \pm 0,08	48,2 ^a \pm 4,19
Tanzania	577,8 \pm 73,65	57,1 ^a \pm 3,19	25,9 ^{ab} \pm 3,27	2,0 ^a \pm 0,08	47,8 ^a \pm 4,16
Época					
Seca	281,2 \pm 79,45	44,8 \pm 3,04	19,7 \pm 3,24	1,7 \pm 0,07	36,9 \pm 4,07
Lluvia	762,8 \pm 113,59	64,8 \pm 3,11	33,2 \pm 3,22	2,1 \pm 0,07	53,3 \pm 4,09
Edad					
21	461,6 \pm 71,05	52,5 \pm 3,08	24,8 \pm 3,23	1,9 \pm 0,07	42,3 \pm 4,08
28	582,3 \pm 70,54	57,2 \pm 3,08	28,1 \pm 3,23	1,9 \pm 0,07	47,9 \pm 4,08
Valor - P					
Época	0,0100	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cultivar	0,0970	0,0005	0,0004	0,0059	<0,0001
Época x cultivar	0,2488	0,0858	0,2569	<0,0001	0,0327
Edad	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,6684	<0,0001
Época x edad	0,0045	0,9605	0,5546	0,1118	0,2157
Cultivar x edad	0,8753	0,9395	0,8837	0,8661	0,7858
Cultivar x época x edad	0,8844	0,8485	0,8198	0,7548	0,9726

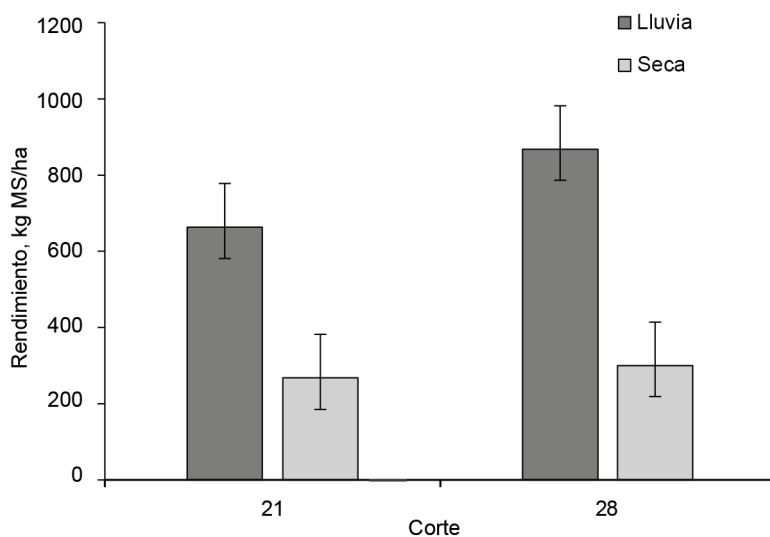


Fig. 1. Efecto de la interacción época x edad corte en el rendimiento de materia seca.

alcanzó 93 cm, probablemente debido a una mayor edad de corte. La baja altura de la planta del Agrosavia Sabanera comparado con respecto a los otros materiales forrajeros de mayor altura, aun conservando una masa de forraje similar, puede favorecer su uso en la alimentación, en grandes como en pequeños rumiantes (Mestra-Vargas *et al.*, 2020). Las mayores alturas de los cultivares se evidenciaron en el período de máximas precipitaciones (64 vs 44 cm) y a los 28 días de rebrote (57 vs 52 cm).

En la cobertura, se destacaron Agrosavia Mishaya y Agrosavia Sabanera, que presentaron valores de 28,0 y 27,6 %, respectivamente, y superaron ($p < 0,05$) al Mombasa (24,3 %), que no difirió de Tanzania. Independientemente de la pastura, hubo mayor cobertura ($p < 0,05$) durante el período de máximas precipitaciones y a los 28 días de rebrote, con valores medios de 33,2 y 28,1 %, respectivamente.

Con respecto al ancho y largo de la hoja, el análisis mostró efectos significativos para los factores cultivar, edad, época y la interacción época x cultivar. El mayor ancho y largo de la hoja ($p < 0,05$) se registró en el cv. Tanzania durante la época de máximas precipitaciones (fig. 2). A pesar de que los cultivares promisorios Agrosavia Mishaya y Agrosavia Sabanera presentaron el menor crecimiento de las hojas con respecto a los cultivares comerciales, estos mostraron un rendimiento similar de forraje que los testigos.

En la revisión de la literatura no se informan investigaciones que evalúen las características estructurales de las hojas en los cvs. Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya. Para el caso de Tanzania y Mombasa, la similitud en el largo y el ancho de la hoja concuerda con lo informado por Fortes *et al.* (2016) y, parcialmente, con lo referido

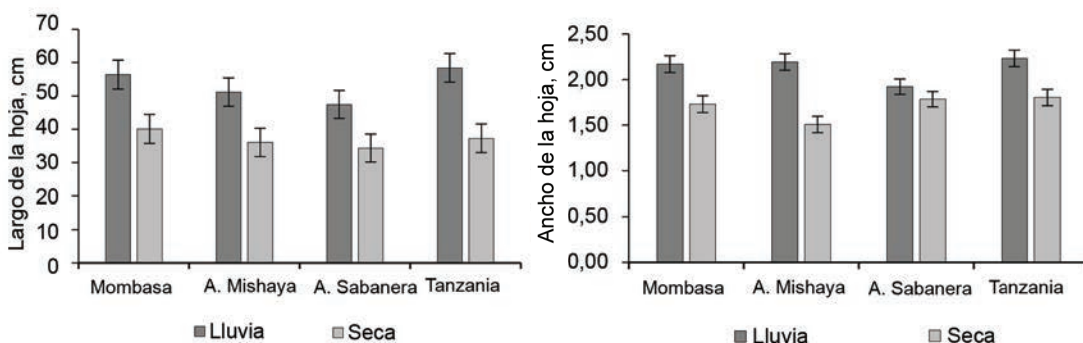


Fig. 2. Interacción cultivar por edad en las variables largo de la hoja (derecha) y ancho de la hoja (izquierdo).

por Cedeño-Aristega *et al.* (2021), quienes informaron similar largo, pero diferente ancho de la hoja en Tanzania y Mombasa. Las discrepancias en los resultados probablemente se atribuyan a diferentes épocas de muestreo, localidades y días de corte, factores que afectan el desarrollo morfológico de las pasturas tropicales (Bernal, 1991).

En las características nutricionales, el contenido de MS no difirió entre los cultivares (tabla 3). Sin embargo, en esta misma variable influyó ($p < 0,05$) la interacción de la época y edad. Las mayores proporciones de MS se registraron durante la época de sequía, a los 28 días de rebrote. En cuanto a la composición nutricional, Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya presentaron las mayores concentraciones de PB, que difirieron ($p < 0,05$) de las registradas por los cultivares Mombasa y Tanzania (tabla 3). De igual forma, hubo efecto ($p < 0,05$) de la época y la edad en el contenido de PB.

Durante el período de lluvia y a la edad de 21 días de rebrote, se observaron contenidos medios de proteína (12,9 y 11,3 %) que difirieron ($p < 0,05$) de las concentraciones observadas durante la época

de sequía a los 28 días de rebrote con 9,45 y 10,7 %, respectivamente (tabla 3).

Los cuatro cultivares presentaron contenidos nutricionales apropiados para la alimentación de los rumiantes (Santana-Rodríguez *et al.*, 2021). Se destacó el cv. Agrosavia Sabanera, con mayor contenido de proteína y menor FDN con respecto a los testigos Mombasa y Tanzania. El mayor contenido de proteína se puede relacionar con la mayor capacidad de captación de N en Agrosavia Sabanera (Villegas *et al.*, 2020). Contario a los resultados de la presente investigación, otros autores (Carvajal-Tapia *et al.*, 2021) informaron menor contenido de PB para Agrosavia Sabanera, probablemente debido a diferentes condiciones ambientales y edades de corte (Valle del Patía, Colombia - 6 semanas y San Fernando de Apure, Venezuela - 9 semanas), respectivamente. Asimismo, en Tanzania, comparado con el presente estudio, se ha informado un contenido bajo en proteína y alto en FDN para las condiciones del Caribe seco (Cajas-Girón *et al.*, 2012) y alta proteína y FND para el Caribe húmedo (Patiño-Pardo *et al.*, 2018). En el cultivar Mombasa,

Tabla 3. Desempeño nutricional de cuatro cultivares de *M. maximus* en la región Caribe colombiana.

Factor	MS	PB	FDN	FDA	Digestibilidad
Cultivar					
Sabanera	27,5 ^a ± 0,007	11,7 ± 0,005	55,3 ^b ± 1,07	40,8 ± 0,87	58,7 ± 1,81
Mishaya	28,3 ^{ab} ± 0,007	11,0 ± 0,005	58,7 ^a ± 1,08	41,5 ± 0,87	57,2 ± 1,81
Mombasa	26,9 ^b ± 0,007	10,5 ± 0,005	57,5 ^a ± 1,07	41,0 ± 0,87	58,7 ± 1,81
Tanzania	27,4 ^b ± 0,007	10,8 ± 0,005	57,1 ^a ± 1,08	41,8 ± 0,87	59,8 ± 1,81
Época					
Lluvia	23,9 ± 0,006	12,9 ± 0,003	55,0 ± 1,00	41,1 ± 0,82	61,2 ± 1,70
Seca	31,5 ± 0,007	9,5 ± 0,003	59,3 ± 1,05	41,4 ± 0,74	56,0 ± 1,61
Edad					
21	26,7 ± 0,006	11,3 ± 0,005	56,1 ± 1,01	39,6 ± 0,79	60,2 ± 1,67
28	28,3 ± 0,007	10,7 ± 0,005	58,2 ± 1,01	42,9 ± 0,77	56,9 ± 1,63
Valor - P					
Época	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5294	<0,0001
Cultivar	0,1761	0,0272	<0,0001	0,5783	0,3819
Época x cultivar	0,9339	0,3411	0,5423	0,6089	0,2498
Edad	0,0006	0,0412	<0,0001	<0,0001	0,0024
Época x edad	0,0004	0,5550	0,0016	0,0077	0,5990
Cultivar x edad	0,9628	0,9826	0,9548	0,0548	0,7394
Cultivar x época x edad	0,9611	0,7047	0,1341	0,5231	0,4798

PB: proteína bruta, FND: fibra neutro detergente, FDA: fibra ácido detergente

se han informado contenidos similares de PB, pero con mayor FDN (Patiño-Pardo *et al.*, 2018 y Barragán-Hernández y Cajas-Girón, 2019) a plena exposición de luz y en condiciones del Caribe húmedo, con edades entre 28 y 35 días.

Entre los planes de mejoramiento de pasturas se busca que las plantas promisorias que se evalúen, sean superiores a los materiales naturalizados o, en su defecto, presenten características agronómicas similares a los cultivares comerciales (ICA, 2020). Al considerar lo anterior, los cvs. Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya presentaron rendimientos de MS similares a los registrados por los cvs. Mombasa y Tanzania, aunque con atributos superiores, como mayor contenido de PB y menor de FND. Esta condición resalta el potencial que pueden tener estos materiales para la alimentación de los bovinos en la región Caribe colombiana. Al respecto, diversos estudios 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; Contreras-Santos *et al.*, 2021). Adicionalmente, el desempeño agronómico y nutricional observado en los cultivares Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya en las condiciones del Caribe, constituye un elemento clave para su ruta de investigación y desarrollo, con posterior adopción (Enciso *et al.*, 2020).

Conclusiones

En términos morfológicos, los cultivares Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya presentaron resultados similares a los testigos comerciales. No obstante, su baja altura y menor longitud en las estructuras foliares, especialmente en Agrosavia Sabanera, lo caracterizan como un material compacto y de amplia cobertura, aspecto fundamental en la preservación del suelo.

Las características agronómicas y nutricionales observadas en los materiales Agrosavia Sabanera y Agrosavia Mishaya compilan atributos de interés para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles, lo que hace necesario el desarrollo de más investigaciones en aspectos zootécnicos y de impacto ambiental.

Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación de los

recursos para el desarrollo del proyecto de investigación “Selección de pasturas tolerantes al déficit hídrico como alternativa para mejorar la productividad de los sistemas ganaderos de las sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar y Materiales forrajeros y estrategias de utilización y manejo para mejorar la productividad de los sistemas de producción de leche y carne en el Caribe húmedo”.

Conflicto de intereses

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

Contribución de los autores

- José Jaime Tapia-Coronado. Análisis e interpretación de datos y redacción del manuscrito.
- Emiro Andrés Suárez-Paternina. Análisis e interpretación de datos y redacción del manuscrito.
- Wilson Andrés Barragán-Hernández. Análisis e interpretación de datos y redacción del manuscrito.
- Liliana Margarita Atencio-Solano. Análisis e interpretación de datos y redacción del manuscrito.
- Sergio Luís Mejía-Kerguelén. Análisis e interpretación de datos y redacción del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- AOAC. *Official methods of analysis*. Gaithersburg, USA: AOAC International, 2002.
- Barragán-Hernández, W. A. & Cajas-Girón, Yasmín S. Cambios bromatológicos y estructurales en *Megathyrus maximus* bajo cuatro arreglos silvopastoriles. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 20 (2):231-244, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1458>.
- Bernal, J. *Pastos y forrajes tropicales*. Bogotá: Banco ganadero de Colombia, 1991.
- Cajas-Girón, Yasmín S.; Barragán-Hernández, W. A.; Arreaza-Tavera, L. C.; Argüelles-Cárdenas, J.; Amézquita-Collazos, L. E.; Abuabara-Pérez, Y. *et al.* 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. *Corpoica Cienc. y Tecnol. Agropec.* 13 (2):213-218, 2012. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:259.
- Carvajal-Tapia, Juliana I.; Morales-Velasco, Sandra; Villegas, D. M.; Arango, J. & Vivas-Quila, N. J. Biological nitrification inhibition and forage productivity of *Megathyrus maximus* in Colombian dry tropics. *Plant Soil Environ.* 67 (5):270-277, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17221/445/2020-PSE>.
- Cedeño-Aristega, María J.; Luna-Murillo, R. A.; Espinoza-Coronel, Ana L. & Romero-Garaicoa, D. A. Producción y composición química de *Megathyrus máximus* cultivares Tanzania y Mombasa

- bajo condiciones del subtrópico ecuatorial. *Ciencia Latina*. 5 (4):6427, 2021. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.777.
- Contreras-Santos, J. L.; Martínez-Atencia, Judith & Falla-Guzman, Cindy K. Carbono acumulado en raíces de especies vegetales en sistemas silvopastoriles en el Norte de Colombia. *Ciencias Ambientales, Heredia*. 55 (1):52-69, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.55-1.3>.
- Enciso, Karen; Diaz, M.; Triana, Natalia & Burkart, S. *Informe: Limitantes y oportunidades del proceso de adopción y difusión de tecnologías forrajeras en Colombia*. Colombia: Biodiversity International, CIAT, CGIAR. https://cgspage.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111232/%5B41%5D%20Informe%20adopc%20C3%B3n_JLU.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2020.
- Fedegan. *Cifras de referencia del sector ganadero colombiano*. Bogotá: Federación Nacional de Ganaderos. https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Cifras_Referencia_2017.pdf&iIdFiles=641, 2022.
- Fedegan. *Ganadería colombiana. Hoja de Ruta 2018-2022*. Bogotá: Federación Nacional de Ganaderos. <https://www.fedegan.org.co/noticias/ganaderia-colombiana-hoja-de-ruta-2018-2022>, 2018.
- Fortes, Dayleni; Valenciaga, Daiky; García, C. R.; García, M.; Cruz, Ana M. & Romero, Aida. Evaluation of three varieties of *Megathyrus maximus* in the dry period. *Cuban J. Agric. Sci.* 50 (1):131-137. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802016000100015&lng=es&nrn=iso, 2016.
- ICA. *Censos Pecuarios Nacional*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>, 2022.
- ICA. *Requisitos para la inscripción de los cultivos en el Registro Nacional de Cultivos Comerciales Resolución No. 067516*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/getattachment/6b7dbbd1-ff9b-4eea-a936-fe57f421ea98/2020R67516.aspx>, 2020.
- Martínez-Martínez, M. V.; Martínez-Rueda, Nhora & Martínez-Becerra, R. *Diseño de experimentos en ciencias agropecuarias y biológicas con SAS, SPSS, R Y STATISTIX*. Bogotá: Fondo Nacional Universitario, Institución Auxiliar del Cooperativismo, 2011.
- Mejía-Kerguelén, S.; Martínez-Atencia, Judith; Sánchez-López, Diana; Cuadrado-Capella, H.; Aguayo-Ulloa, Lorena; Martínez-Reina, A. *et al. Modelo productivo de carne bovina en la región Caribe colombiana*. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA. Colección Transformación del Agro. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35646>, 2019.
- Mejía-Kerguelén, S. L.; Suárez-Paternina, E. A.; Atencio-Solano, Liliana M.; Tapia-Coronado, J. J.; Paternina-Paternina, Y. & Cuadrado-Capella, H. R. Desempeño productivo de bovinos de levante en pastoreo rotacional de *Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 43 (4):352-360. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000400352&lng=es&tlng=es, 2020.
- Mestra-Vargas, Lorena I.; Barragán-Hernández, W. A.; Medina-Herrera, D. A. & Flórez-Díaz, H. Evaluación técnica-económica de la frecuencia de suplementación de novillos en pastoreo en Córdoba, Colombia. *Agron. Mesoam*. 31 (2):353-366, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.38389>.
- Mojica-Rodríguez, J. E.; Castro-Rincón, E.; Silva-Zakzuk, J.; Hortúa-Castro, H. & García-Quintero, L. *Producción y calidad composicional de la leche en función de la alimentación en ganaderías doble propósito del departamento del Cesar*. Bogotá: CORPOICA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1340>, 2013.
- Ørskov, E. R.; DeB-Hovell, F. D. & Mould, F. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. *Trop. Anim. Prod.* 5 (3):195-2163. https://www.cipav.org.co/TAP/TAP/TAP53/53_1.pdf, 1980.
- Patiño-Pardo, R. M.; Gómez-Salcedo, R. & Navarro-Mejía, O. A. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *CES Med. Zootec.* 13 (1):17-30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.2>.
- Reza-García, S.; Mejía-Kerguelén, S.; Cuadrado-Capella, H.; Torregroza-Sánchez, L.; Jiménez-Mass, Nora; Espinoza-Carvajal, M. *et al. Experiencias en la implementación de modelos intensivos de producción de carne en pasturas fertirrigadas en el Valle del Sinú*. Cereté, Colombia: CORPOICA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1249>, 2011.
- Roncillo-Fandiño, B. A.; Soca-Pérez, Mildrey & Ojeda-García, F. Comportamiento productivo de bovinos machos en desarrollo en dos explotaciones ganaderas del valle del Cesar en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 43 (3):220-228. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000300220&lng=es&tlng=es, 2020.
- Santana-Rodríguez, Marta O.; Mestra-Vargas, Lorena I.; Flórez-Díaz, H. & Martínez-Reina, A. M. *Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia*. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA. Colección Transformación del Agro, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404869>.

- Tapia-Coronado, J. J.; Atencio-Solano, Liliana M.; Mejía-Kerguelen, S. L.; Paternina-Paternina, Y. & Cadena-Torres, J. Evaluación del potencial productivo de nuevas gramíneas forrajeras para las sabanas secas del Caribe en Colombia. *Agron. Costarricense*. 43 (2):43-60, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i2.37943>.
- Toledo, M. & Schultze-Kraft, R. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: J. M. Toledo, ed. *Manual para la evaluación agronómica*. Serie CIAT 07sG-1 Cali, Colombia: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Serie CIAT 07sG-1. p. 91-110, 1982. DOI: <https://doi.org/10.7910/DVN/DYR7KS>.
- Villegas, D.; Arevalo, Ashly; Nuñez, J.; Mazabel, Johanna; Subbarao, G.; Rao, I. *et al.* Biological nitrification inhibition (BNI): Phenotyping of a core germplasm collection of the tropical forage grass *Megathyrus maximus* under greenhouse conditions. *Front. Plant Sci.* 11:820, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00820>.