








Original

Producción, valor nutricional y características morfológicas de cuatro cultivares de *Megathyrsus maximus* en condiciones tropicales húmedas

Yield, nutritive value and morphological characteristics of four *Megathyrsus maximus* cultivars in humid tropical regions

Rafael Marzall do Amaral *, Cleucilene Moura dos Reis *, Carolina Gómez de la Cruz *, Wenchel Dorzin *, Cristiano Eduardo Rodrigues Reis *

*Universidad EARTH, San José 4442-1000, Costa Rica.

Correspondencia: rmarzall@earth.ac.cr

Recibido: Julio, 2024; Aceptado: Agosto, 2024; Publicado: Octubre, 2024.

RESUMEN

Objetivo. Comparar la producción, el valor nutricional y características morfológicas de cuatro cultivares de *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*): BRS Zuri, Mombasa, Paredao y Tanzania a lo largo del periodo de recuperación en las condiciones del trópico húmedo costarricense. **Materiales y métodos:** El delineamiento fue enteramente casualizado con tres repeticiones por cultivar, totalizando 12 parcelas experimentales evaluadas a los 7, 14, 21, 28 y 35 días de recuperación. La producción de materia seca (g/m^2) no presentó diferencia entre los cuatro cultivares, habiendo efecto lineal ($P \leq 0,05$) para cada uno de los cultivares en función de los días de recuperación. **Resultados:** Las variables nutricionales: proteína cruda (g/kg), fibra detergente neutro (g/kg), fibra detergente ácido (g/kg) y digestibilidad *in vitro* de materia seca (%) no presentaron diferencias entre los cultivares en los mismos días de recuperación. El cultivar Paredao presentó menor altura (cm), mayor diámetro de tallo (cm) y mayor proporción de hojas a los 35 días de recuperación. El porcentaje de hojas de los cuatro cultivares, decrecieron en función del tiempo, siendo adecuadamente representados por ecuaciones lineales ($P \leq 0,01$) y cuadráticas ($P \leq 0,05$). **Conclusiones:** Los cuatro cultivares presentaron producción y valor nutricional semejantes en las condiciones evaluadas.

Palabras clave: biomasa, crecimiento, *Panicum maximum*, trópico húmedo (Fuente: AGROVOC)

ABSTRACT

Aim. Compare the production, nutritional value and morphological characteristics of four *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) cultivars: BRS Zuri, Mombasa, Paredao and

Como citar (APA) Producción, valor nutricional y características morfológicas de cuatro cultivares de *Megathyrsus maximus* en condiciones tropicales húmedas. (2024). *Revista De Producción Animal*, 36(2). <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e155>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Tanzania throughout the recovery period under the conditions of the humid Costa Rican tropics. **Materials and methods:** The delineation was entirely random with three repetitions per cultivar, totaling 12 experimental plots evaluated at 7, 14, 21, 28 and 35 days of recovery. Dry matter production (g/m²) did not present a difference between the four cultivars, with a linear effect ($P \leq 0.05$) for each of the cultivars depending on the days of recovery. **Results:** The nutritional variables: crude protein (g/kg), neutral detergent fiber (g/kg), acid detergent fiber (g/kg) and in vitro digestibility of dry matter (%) did not present differences between the cultivars in the same recovery days. The Paredao cultivar presented lower height (cm), larger stem diameter (cm) and higher proportion of leaves after 35 days of recovery. The percentage of leaves of the four cultivars decreased as a function of time, being adequately represented by linear ($P \leq 0.01$) and quadratic ($P \leq 0.05$) equations. **Conclusions:** The four cultivars presented similar production and nutritional value under the conditions evaluated.

Keywords: biomass, growth, humid tropic, *Panicum maximum* (Source: AGROVOC)

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético de especies forrajeras tropicales, tanto por programas públicos como privados, ha facilitado la disponibilidad de cultivares para productores rurales en países en vías de desarrollo y dependientes de la agroindustria. Estos programas tornan disponibles para los productores rurales cultivares de gramíneas que han sido seleccionadas por su potencial productivo, valor nutricional, facilidad de reproducción, resistencia a enfermedades, adaptación a distintas condiciones ambientales y desempeño animal (Jank *et al.*, 2014, Abreu *et al.*, 2023). Específicamente, los cultivares de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon y S.W.L. Jacobs liberados por la *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (Embrapa), como el Tanzania-1, en el año de 1990 y el Mombasa en el año de 1993, entre otros, han generado impactos en sistemas de producción en diversos países de África, Asia y Latinoamérica (Hare *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2018; Motta *et al.*, 2021). En el año de 2014, el cultivar BRS Zuri fue liberado por Embrapa (Jank *et al.*, 2014) y en el año 2015, se autoriza el primer ingreso a Costa Rica y es incluido a la lista de variedades comerciales en el año de 2018 (Oficina Nacional de Semillas, 2019). El cultivar MG-12 Paredao (en portugués MG-12 *Paredão*) fue liberado para la comercialización en Brasil en el año de 2015 y tuvo la importación para evaluación registrada en Costa Rica en enero del año de 2017 (Oficina Nacional de Semillas, 2019).

Esta implementación gradual de los cultivares hacia y por los productores no ha sido acompañada de una evaluación comparativa en términos productivos y nutricionales de estos en las condiciones del trópico húmedo costarricense. Considerando este contexto, el objetivo del estudio fue evaluar la producción, el valor nutricional y aspectos morfológicos de cuatro cultivares de la especie *Megathyrsus maximus*: BRS Zuri, Mombasa, Paredao y Tanzania, a lo largo de su periodo de recuperación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se realizó entre marzo y septiembre del año de 2018 en el Campo Agrostológico de la Universidad EARTH, Las Mercedes, Guácimo, Limón, Costa Rica, en las coordenadas 10°13'05" N y 83°35'56" O, a una elevación de 35 m.s.n.m. La Figura 1 presenta la precipitación, Gy radiación solar acumuladas y los promedios de temperatura mensuales durante el periodo experimental.

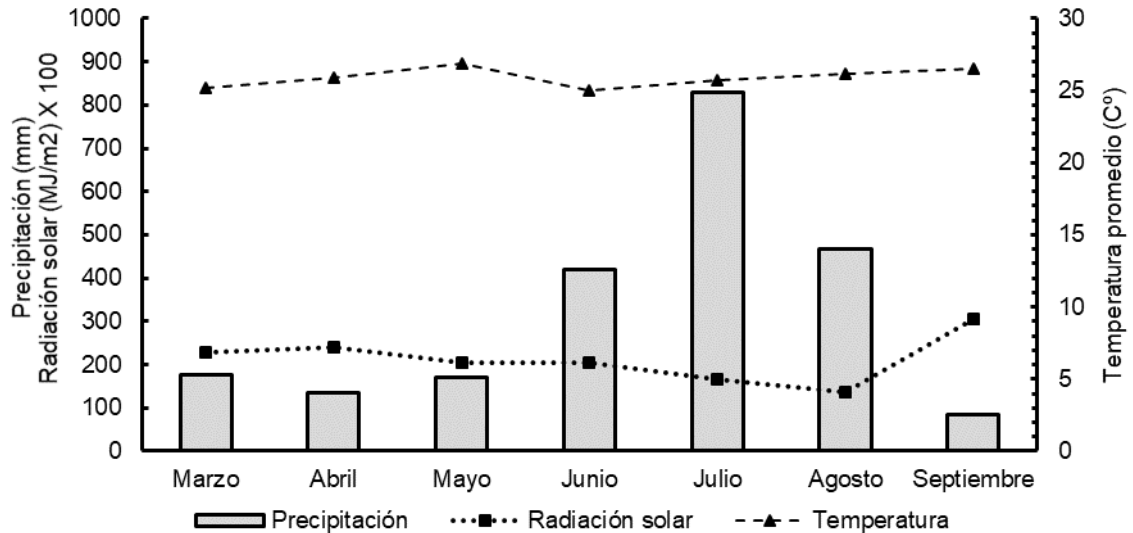


Figura 1. Precipitación y radiación solar acumuladas y los promedios de temperatura mensuales durante el periodo experimental (datos de la estación climatológica de la Universidad EARTH, 2018).

Tratamientos

Los tratamientos fueron los cuatro cultivares de *Megathyrus maximus*: BRS Zuri, Mombasa, Paredao y Tanzania, evaluados con un intervalo de 7, 14, 21, 28 y 35 días, después del corte.

Establecimiento

Se establecieron 12 parcelas con tres repeticiones por cultivar, con material vegetativo, basando. En cada parcela, de 2,5 m de ancho por 6 m de largo fueron sembradas 4 hileras con 12 plantas cada una, respetando una distancia de 0,5 m entre hileras y entre plantas, con un total de 48 plantas por parcela.

El análisis de suelo previo al comienzo del experimento arrojó los siguientes resultados: pH 4,82; acidez extractable 1,5 cmol(+)/kg; P 3,1 ppm (Mehlich 3); Ca 1,88 cmol/L; K 0,27 cmol/L y Mg 1,08 cmol/L. El manejo de establecimiento consistió en la aplicación e incorporación de 200 g/m² de CaCO₃, 15 días previos a la siembra, aplicación de fertilizante N:P:K (10-30-10) a una dosis de 80 g/m² a los 21 días de la siembra, y una segunda fertilización con urea comercial (46-0-0), CO(NH₂)₂, con 16 g/m² a los 35 días de la siembra. A las cinco semanas de la siembra se realizó el primer corte de homogeneización, a partir de ahí se realizaron cuatro cortes siempre preservando un residuo de 40 cm.

Muestras

La toma de muestras se realizó con un cuchillo a una altura de 40 centímetros del suelo, de acuerdo con la recomendación de altura de salida para el cultivar Mombasa (Rodrigues *et al.*, 2024), preservando los meristemas apicales y una fracción de las hojas fotosintéticamente activas. En cada parcela se tomaron cuatro plantas centrales correspondiendo a un metro cuadrado, rechazando las plantas del borde, en cada uno de los días de recuperación.

Evaluaciones

Para cuantificar la producción se pesó la totalidad de cada muestra, determinando así la biomasa verde por metro cuadrado, secuencialmente se tomó submuestras, las cuales fueron picadas con tijeras y sometidas a secado en horno de circulación forzada a 65 °C por 72 horas para la determinación de la materia seca.

La proteína cruda (PC) (g/kg) se determinó con la concentración de nitrógeno obtenida por el método de combustión de Dumas (TruMac CN, LECO Corp., St. Joseph, MI, USA) multiplicado por el factor 6,25. La fibra en detergente neutro (FDN) (g/kg) y la fibra en detergente ácido (FDA) (g/kg), fueron analizadas con el equipo ANKOM²⁰⁰ Fiber Analyzer, se utilizó bolsas de nylon F57 (Ankon Technology Corp., Fairport, NY, Estados Unidos). Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (%) se utilizó la incubadora Daisy II y bolsas de nylon F57 (Ankon Technology Corp., Fairport, NY, Estados Unidos). El líquido ruminal se extrajo de un novillo cebú con fístula ruminal, mantenido en dieta exclusiva de gramíneas, perteneciente a la estación experimental Diamantes del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (INTA).

Las variables morfológicas evaluadas fueron: altura de la planta (cm) obtenida desde el suelo hasta la hoja más alta o hasta la curvatura de las hojas superiores cuando presentes, esto en cinco puntos aleatorios dentro de cada parcela; diámetro del tallo (cm) evaluado a los cinco centímetros del suelo en cinco macollas; largo del tallo (cm) evaluado desde el suelo hasta el collar de la última hoja expandida; número de macollas (unidad) se contaron la cantidad total de macollas de cuatro plantas; porcentaje de hojas, tallos y material muerto: se procedió a separar y pesar los componentes de una sub muestra del material cosechado; relación hoja/tallo (g/g), se obtuvo dividiendo el peso de las hojas por el peso de tallos; índice de área foliar (m² de hojas/m² de suelo): se pesó y escaneó una sub muestra de hojas oriunda de la separación de tejidos, posteriormente se estableció la relación entre el área de las hojas escaneadas por la biomasa en hojas de cada muestra.

Análisis estadístico

Los cultivares dentro de un mismo día de muestreo fueron analizados por medio del análisis de varianza considerando como variable independiente el cultivar. Las medidas en función del tiempo fueron analizadas para cada cultivar por medio del análisis de regresión lineal y cuadrática considerando como variable independiente los días de recuperación. Los análisis

fueron realizados con el *software* R (R Core Team, 2022). La significancia estadística fue declarada cuando $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Producción de forraje

Los cuatro cultivares no presentaron diferencias con relación a la producción de materia seca cuando fueron comparados en un mismo día de la recuperación (Tabla 1). La representación de la acumulación de forraje, en función de los días de recuperación, por ecuaciones de regresión lineal y cuadrática fueron significativas para los cuatro cultivares evaluados.

Tabla 1. Promedios, error estándar y probabilidad calculada de la producción de materia seca (g MS/m²) de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* en función de los días de recuperación.

Cultivar	Días de recuperación					P-valor	
	7	14	21	28	35	L	C
	Producción (g MS/m ²)						
BRS Zuri	106,8a	340,9a	588,5a	685,7a	836,7a	0,00	0,02
Mombasa	115,8a	245,5a	457,4a	684,5a	884,8a	0,00	0,00
Paredao	115,1a	226,2a	464,0a	567,0a	1062,3a	0,00	0,00
Tanzania	114,0a	332,2a	477,8a	775,3a	788,4a	0,00	0,01
e.e.	7,1	29,4	28,5	53,9	41,7		

Los promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las letras mayúsculas L y C se refieren a las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática, respectivamente. e.e. significa error estándar.

Valor nutricional

La concentración de materia seca no difirió entre los cultivares a los 14, 21, 28 y 35 días de recuperación, la única diferencia se detectó al séptimo día de recuperación cuando el cultivar Paredao presentó mayor concentración de materia seca en relación con los otros cultivares (Tabla 2).

La concentración de proteína cruda fue semejante entre los cultivares en un mismo día de recuperación. La reducción en la concentración de proteína cruda con el avanzar de los días de recuperación fue descrita adecuadamente por las ecuaciones lineales y cuadráticas para los cuatro cultivares.

Los promedios para la concentración de fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido no difirieron entre los cultivares dentro de un mismo día. El incremento en la concentración de fibra en detergente neutro pudo ser expresado por las ecuaciones de regresión para los cuatro cultivares. Las variaciones en la concentración de fibra en detergente ácido a lo largo de los días de recuperación no fueron suficientes para ajustar ecuaciones de regresión significativas.

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue semejante entre los cultivares en un mismo día de evaluación, sin embargo, las variaciones verificadas a lo largo de los días de recuperación denotan un efecto cuadrático para los cuatro cultivares donde se verifican mayores valores de digestibilidad a los 14 y 21 días de recuperación y menores a los 35 días para todos los cultivares.

Tabla 2. Promedios, error estándar y probabilidad calculada para los parámetros nutricionales de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* en función de los días de recuperación.

Cultivar	Días de recuperación					P-valor	
	7	14	21	28	35	L	C
	Materia seca (g/kg)						
BRS Zuri	131,5b	206,4a	200,5a	154,4a	185,2a	0,37	0,11
Mombasa	123,3b	168,3a	197,9a	174,1a	177,3a	0,03	0,00
Paredao	152,0a	192,5a	197,9a	173,8a	202,2a	0,03	0,04
Tanzania	130,3b	204,5a	182,2a	172,6a	188,6a	0,15	0,10
e.e.	3,6	7,3	5,7	4,9	3,7		
	Proteína cruda (g/kg)						
BRS Zuri	169,1a	168,2a	157,0a	155,6a	114,1a	0,00	0,00
Mombasa	169,7a	170,4a	160,3a	148,3a	118,8a	0,00	0,00
Paredao	177,5a	173,4a	170,3a	149,6a	133,0a	0,02	0,02
Tanzania	161,2a	159,9a	155,7a	141,6a	110,8a	0,02	0,00
e.e.	3,8	3,7	3,1	2,5	3,4		
	Fibra en detergente neutro (g/kg)						
BRS Zuri	613,5a	617,9a	602,9a	635,2a	678,1a	0,03	0,02
Mombasa	631,3a	625,4a	635,5a	643,3a	701,0a	0,00	0,00
Paredao	637,1a	628,8a	628,2a	653,4a	668,5a	0,05	0,03
Tanzania	627,4a	641,8a	639,8a	665,2a	679,7a	0,00	0,01
e.e.	6,2	5,5	8,4	6,8	5,7		
	Fibra en detergente ácido (g/kg)						
BRS Zuri	378,7a	389,3a	365,0a	396,7a	404,9a	0,14	0,19
Mombasa	392,0a	373,9a	371,7a	399,5a	421,3a	0,05	0,00
Paredao	390,5a	385,1a	373,7a	418,2a	407,9a	0,08	0,14
Tanzania	384,8a	389,8a	380,7a	408,4a	389,9a	0,42	0,71
e.e.	3,7	5,9	4,7	3,9	6,6		
	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%)						
BRS Zuri	48,1a	51,4a	56,0a	48,2a	44,9a	0,24	0,00
Mombasa	46,8a	51,2a	55,3a	47,7a	42,4a	0,15	0,01
Paredao	50,6a	52,2a	52,2a	50,2a	45,6a	0,05	0,01
Tanzania	47,4a	51,7a	51,8a	47,4a	46,3a	0,26	0,02
e.e.	0,6	0,4	0,8	0,8	0,7		

Los promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las letras mayúsculas L y C se refieren a las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática, respectivamente. e.e. significa error estándar.

El cultivar Paredao presentó una altura inferior a los cultivares Mombasa y Tanzania a los 28 y 35 días de recuperación (Tabla 3). El incremento en la altura de las plantas en función de los días

de recuperación permitió el ajuste de regresiones lineales ($P \leq 0,01$) y cuadráticas ($P \leq 0,01$) para los cuatro cultivares.

Tabla 3. Promedios, error estándar y probabilidad calculada para las variables morfológicas de cuatro cultivares de *Megathyrus maximus* en función de los días de recuperación.

Cultivar	Días de recuperación					P-valor	
	7	14	21	28	35	L	C
Altura (cm)							
BRS Zuri	105,5a	119,9bc	155,1a	186,3b	209,7a	0,00	0,00
Mombasa	106,3a	122,7b	160,2a	198,5a	213,7a	0,00	0,00
Paredao	104,7a	116,6c	142,2a	182,4b	201,7b	0,00	0,00
Tanzania	108,0a	129,7ab	160,4a	195,5a	216,4a	0,00	0,00
e.e.	0,7	1,0	1,4	1,5	1,2		
Diámetro del tallo (cm)							
BRS Zuri	3,6a	3,8a	3,8a	3,7b	3,5b	0,76	0,38
Mombasa	4,0a	4,2a	4,0a	4,3ab	3,8ab	0,75	0,49
Paredao	4,1a	4,1a	4,2a	4,5a	4,3a	0,12	0,28
Tanzania	3,7a	3,9a	4,1a	4,0ab	3,3b	0,31	0,01
e.e.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Largo de tallo (cm)							
BRS Zuri	36,8a	39,5a	42,6a	48,5a	49,5a	0,01	0,02
Mombasa	26,2b	27,5b	42,4a	52,5a	45,7a	0,00	0,00
Paredao	21,5b	27,3b	26,4b	33,6b	36,3a	0,00	0,00
Tanzania	26,5b	33,0ab	37,5ab	49,7a	42,1a	0,00	0,00
e.e.	1,4	1,2	1,9	1,8	1,9		
Macolla (unidad)							
BRS Zuri	23,5a	24,6a	25,6a	32,1a	25,2b	0,20	0,26
Mombasa	23,3a	22,7a	22,3a	26,3a	29,0ab	0,17	0,24
Paredao	29,5a	23,3a	24,4a	25,5a	36,7a	0,26	0,01
Tanzania	22,8a	24,9a	21,7a	25,5a	23,8b	0,75	0,95
e.e.	1,3	1,5	1,4	1,7	1,6		
Hoja (%)							
BRS Zuri	61,0b	64,1a	51,4b	51,4b	49,8b	0,01	0,03
Mombasa	63,0b	63,1a	55,4b	52,0b	50,2b	0,00	0,00
Paredao	76,4a	80,9a	64,8a	61,8a	59,7a	0,00	0,00

Cultivar	Días de recuperación					P-valor	
	7	14	21	28	35	L	C
Tanzania	57,6b	59,1a	51,8b	50,9b	50,4b	0,01	0,05
e.e.	2,4	3,4	3,4	1,6	1,3		
Tallo (%)							
BRS Zuri	38,9a	32,8a	48,3a	47,9a	50,1a	0,02	0,06
Mombasa	36,9a	36,8a	44,5a	47,8a	49,5a	0,00	0,00
Paredao	23,6b	19,0a	35,4b	38,1b	40,2b	0,00	0,01
Tanzania	42,3a	40,3a	48,3a	48,9a	49,4a	0,01	0,05
e.e.	2,4	3,5	3,5	1,5	1,3		
Material Muerto (%)							
BRS Zuri	0,0a	0,0a	0,2a	0,3a	0,0a	0,58	0,41
Mombasa	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	ND	ND
Paredao	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	ND	ND
Tanzania	0,0a	0,4a	0,0a	0,0a	0,0a	0,50	0,68
e.e.	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0		
Hoja/Tallo (g/g)							
BRS Zuri	1,5b	1,9a	1,0b	1,0b	0,9b	0,02	0,06
Mombasa	1,8ab	1,7a	1,2b	1,6a	1,0b	0,00	0,01
Paredao	3,5a	5,5a	1,8a	1,6a	1,4a	0,04	0,12
Tanzania	1,3b	1,5a	1,0b	1,0b	1,0b	0,04	0,12
e.e.	0,3	0,7	0,7	0,1	0,1		
Índice de área foliar (m²/m²)							
BRS Zuri	2,1a	4,8a	8,1a	11,6a	12,3a	0,00	0,00
Mombasa	2,4a	4,9a	7,2a	10,6a	14,0a	0,00	0,00
Paredao	2,8a	4,3a	7,2a	10,2a	14,9a	0,00	0,00
Tanzania	2,4a	4,7a	7,7a	12,2a	11,3a	0,00	0,00
e.e.	0,2	0,3	0,3	0,7	0,6		

Los promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las letras mayúsculas L y C se refieren a las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática, respectivamente. e.e. significa error estándar. ND significa no disponible.

Hasta los 21 días de recuperación no se detectaron diferencias en el diámetro del tallo entre los cultivares, entretanto con el avanzar de la recuperación, 28 y 35 días de recuperación, el cv. Paredao presentó mayor diámetro que el cv BRS Zuri. A los 21 y 28 días de recuperación los cultivares Mombasa y BRS Zuri presentaron tallos más largos cuando fueron comparados al cultivar Paredao. Entre los días 7 y 28 de recuperación no se detectaron diferencias entre el

número de macollas por planta. Al día 35 el cultivar Paredao presentó más macollas que los cultivares Tanzania y BRS Zuri.

Se verificó mayor proporción de hojas para el cultivar Paredao a los 7, 21, 28 y 35 días de recuperación, cuando fue comparado a los otros cultivares. Lo inverso fue igualmente verificado para la proporción de tallos. El decremento en la proporción de hojas y el incremento en la proporción de tallos, en función del crecimiento de la planta pudo ser adecuadamente descrito por las ecuaciones lineales para los cuatro cultivares. La proporción de material muerto verificado en las muestras, resultado del corte a 40 cm del suelo, fue mínima y en varias muestras nula, lo que no permitió la estimación de ecuaciones de regresión para los cultivares Mombasa y Paredao. La relación hoja por tallo fue mayor para el cultivar Paredao a los 21, 28 y 35 días al ser comparado a los cultivares BRS Zuri y Tanzania.

El índice de área foliar no difirió entre los cultivares en los mismos días de evaluación, siendo el incremento en función de los días adecuadamente representado por regresiones lineales y cuadráticas ($P < 0,01$).

DISCUSIÓN

Producción de forraje

Cultivares y accesiones de *Megathyrsus maximus* presentan con frecuencia distintos rendimientos cuando son evaluados comparativamente (Costa *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2018), entretanto casos de rendimientos semejantes también son verificados (Motta *et al.*, 2024). La uniformidad de la siembra (cuatro plantas por m²), del número de macollas por planta hasta el día 28 de la recuperación y del área foliar (Tabla 3) de este estudio explicitan la relativa uniformidad de estos componentes morfológicos, lo que justifica la similitud en la producción de materia seca. En condiciones de siembra al voleo y con el avanzar del establecimiento se esperan alteraciones en la densidad de plantas por área, en el número de macollas por área, en las dimensiones de las hojas y consecutivamente en el peso de las plantas (Hare *et al.*, 2014).

Valor nutricional

La variación en la concentración de materia seca de los forrajes es determinada tanto por estadio de desarrollo como por la humedad ambiental. Para la cultivar Mombasa se verificaron efectos lineales cuadráticos, variando entre 123,3 a 197,9 g/kg, datos inferiores a los verificados por Oliveira *et al.* (2020) que obtuvieron 233,3 y 287,6 g/kg de materia seca para el pasto Mombasa en periodos lluviosos y secos, respectivamente.

Los valores verificados para proteína cruda fueron similares a los presentados por Pereira *et al.* (2021) variando entre 110 y 146 g/kg de MS y 133 y 162 g/kg de MS para los cultivares Mombasa y Tanzania, respectivamente. Abreu *et al.*, (2023) evaluando nueve cultivares de *M. maximus* cosechados en intervalos de 30, 60, 90 y 120 días verificaron efecto lineal negativo para

los valores de proteína cruda para todas las cultivares, verificando valores entre 159,9 y 24,7 g/kg de MS para las plantas cosechadas a los 30 y 120 días, respectivamente.

Souza *et al.* (2023) encontraron valores de FDN variando entre 729,3 y 766,3 g/kg de MS para el pasto Mombasa bajo diferentes estrategias de recuperación de áreas degradadas, valores superiores a los verificados en este experimento. Pereira *et al.*, (2021) encontraron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca promedio de 57% y 62% para los cultivares Mombasa y Tanzania en condiciones silvopastoriles, respectivamente, valores superiores a los verificados en esta investigación.

Los incrementos en la concentración de polisacáridos estructurales y de la lignina en el proceso de engrosamiento de la pared celular de gramíneas, así como sus impactos negativos en la digestibilidad, son descritos como reflejo de la acumulación de biomasa a lo largo del desarrollo de las gramíneas y leguminosas (Li, 2021).

Características morfológicas

La utilización de la altura de las plantas, y su correlación con la interceptación de la luz, para el manejo del pastoreo ha sido discutida en profundidad en cultivares de *M. maximus* (Carnevali *et al.* 2006; Da Silva *et al.*, 2015). Carnevali *et al.* (2006) presentan que ha requerido entre 22 y 25 días de recuperación para que plantas del cultivar Mombasa interceptaran 95 % de la luz incidente en la estación lluviosa, lo que correspondió a plantas con 90 cm de altura. También Cabral *et al.* (2021) verificaron alturas variando entre 66 y 72 cm para el pasto Tanzania cosechado a los 27 días. Lima Veras *et al.*, (2020), comparando variables morfológicas de seis cultivares de *Megathyrus maximus* verificaron igualmente mayor altura para el pasto Mombasa, comparados a las cultivares Tanzania y Zuri, obteniendo 74,1, 61,6 y 58,1 cm respectivamente. Estas informaciones contrastan con los resultados verificados en este ensayo, donde los cultivares al séptimo día de recuperación presentaron una altura promedio general 106,1 cm (hojas erectas) y vigésimo octavo día presentaron alturas de 198,5, 195,5 y 186,3 cm en las hojas arqueadas para las cultivares Mombasa, Tanzania y Zuri, respectivamente.

El primer tejido a desarrollarse, después del corte o pastoreo, es el tejido foliar el cual sigue desarrollándose hasta el punto donde la competencia por luz (95% de interceptación de la luz) genera un cambio en el patrón de crecimiento para optimizar la obtención de luz, esto se da por medio del alargamiento de los tallos (Da Silva *et al.*, 2015). Esta explicación morfofisiológica justifica la significancia verificada para las ecuaciones de regresión obtenidas para las variables altura de la planta, largo del tallo, proporción de hojas decreciente y proporción de tallos creciente en función de los días de recuperación.

Gomide y Gomide (2000) evaluaron la morfogénesis y la dinámica del crecimiento de distintos cultivares de *M. maximus* y obtuvieron la estabilización en el número de macollas a partir de la tercera semana, donde se verificó 15 macollas por planta del cultivar Tanzania y 10 macollas por planta del cultivar Mombasa. Evaluando el momento ideal para la aplicación del fertilizante

nitrogenado pós pastoreo sobre variables morfológica y productivas del cultivar Tanzania, Cabral *et al.* (2021) obtuvieron una variación en el número de macollas por planta entre 24 y 26 unidades, valores próximos a los verificados en este estudio que variaron entre 21,7 y 25,5 unidades.

El incremento lineal del índice de área foliar, en función de los días de recuperación, ha sido estudiado por Mello y Pedreira (2004). Estos autores evaluaron distintas intensidades de pastoreo en *M. maximus* cv. Tanzania y obtuvieron valores para el IAF, con 33 días de recuperación, entre 4,0 y 6,1 (m²/m²).

CONCLUSIÓN

Las cuatro cultivares de *Megathyrsus maximus* evaluadas bajo las condiciones del trópico húmedo costarricense mostraron una producción y valor nutricional similares a lo largo del periodo de recuperación, sin diferencias significativas que justifiquen la preferencia de un cultivar sobre otro. No obstante, la cultivar Paredao presentó ventajas morfológicas que podrían influir en la selección según las necesidades del productor.

REFERENCIAS

- Abreu, J. G., da S Kazama, D. C., Peixoto, W. M., Assis, L. M., Baldissarelli, V. Z., Butzge, J. L., & Herrera, L. D. (2023). NIRS Estimation of the Nutritive Value of *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum* sp.) Forages. *J. Exp. Agric. Int*, 45(8), 126-137. <https://doi.org/10.9734/jeai/2023/v45i82165>
- Cabral, C. E., Motta, A. M., Santos, A. R., Gomes, F. J., Pedreira, B. C., & Cabral, C. H. (2021). Effects of timing of nitrogen fertilizer application on responses by tropical grasses. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 9(2), 182-191. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(9\)182-191](https://doi.org/10.17138/TGFT(9)182-191)
- Carnevalli, R. A., Da Silva, S. C., Bueno, A. A. O., Uebele, M. C., Bueno, F. O., Hodgson, J., Silva, G. N., & Morais, J. P. G. (2006). Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaca under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, 40(3), 165-176. <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/116>
- Costa, N. de L., Jank, L., Magalhães, J. A., Bendahan, A. B., Rodrigues, B. H. N., & Santos, F. J. de S. (2022). Agronomic performance and chemical composition of genotypes and cultivars of *Megathyrsus maximus* in Roraima's savannas. *Research, Society and Development*, 11(9), e55011932285. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32285>

- Da Silva, S., Sbrissia, A., & Pereira, L. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses— Understanding plant growth for optimising their use and management. *Agriculture*, 5(3), 598-625. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>
- Gomide, C., & Gomide, J. (2000). Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(2), 341-348. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200004>
- Hare, M. D., Phengphet, S., Songsiri, T., & Sutin, N. (2014). Botanical and agronomic growth of two *Panicum maximum* cultivars, Mombasa and Tanzania, at varying sowing rates. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 2(3), 246. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(2\)246-253](https://doi.org/10.17138/TGFT(2)246-253)
- Li, X. (2021). Plant cell wall chemistry: Implications for ruminant utilisation. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 9(1), 31-56. <https://doi.org/10.3920/JAAN2020.0017>
- Lima Veras, E. L., Difante, G. d. S., Chaves Gurgel, A. L., Graciano da Costa, A. B., Gomes Rodrigues, J., Marques Costa, C., Emerenciano Neto, J. V., Gusmão Pereira, M. d., & Ramon Costa, P. (2020). Tillering and structural characteristics of *Panicum* cultivars in the Brazilian semiarid region. *Sustainability*, 12(9), 3849. <https://doi.org/10.3390/su12093849>
- Jank, L., Barrios, S. C., Do Valle, C. B., Simeão, R. M., & Alves, G. F. (2014). The value of improved pastures to Brazilian beef production. *Crop and Pasture Science*, 65(11), 1132–1137. <https://doi.org/10.1071/CP13319>
- Maciel, G. A., Braga, G. J., Guimarães, R., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A., Fernandes, F. D., Fonseca, C. E. L., & Jank, L. (2018). Seasonal liveweight gain of beef cattle on guineagrass pastures in the Brazilian cerrados. *Agronomy Journal*, 110(2), 480-487. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0262>
- Martínez, Y. M., Verdecia, D. M., Pérez, J. J. R., Murillo, R. A. L., Herrada, M. R., Vivas, L. B. M., & Herrera, R. S. (2018). Quality of three *Megathyrsus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4), 423-433. <https://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/689>
- Mello, A. C. L. de, & Pedreira, C. G. S. (2004). Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(2), 282-289. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000200010>
- Motta, A. M., Mota, L. G., Melo, K. K., Silva, P. R. D., Santos, A. R. M. D., Motta, L. J. M., & Cabral, C. E. A. (2021). Interval between defoliation and fertilization of *Panicum* *Rev. prod. anim.*, 36(2), <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e155>

- maximum* cultivars. *Boletim de Indústria Animal*, 78, 1-12. <https://doi.org/10.17523/bia.2021.v78.e1500>
- Motta, A. M., Motta, L. J. M., Mota, L. G., Assis, L. M. B., Moura, A. B. O., Borges, L. C. O., Silva, G. B. A., Duarte, C. F. D., Cabral, C. H. A., & Cabral, C. E. A. (2024). Effect of time of nitrogen fertilization on use of root reserves in *Megathyrsus maximus* cultivars. *Nitrogen*, 5(3), 702-711. <https://doi.org/10.3390/nitrogen5030046>
- Oficina Nacional de Semillas. (2019). *Costa Rica*. <http://ofinase.go.cr/>
- Oliveira, J. K. S. de, Corrêa, D. C. de C., Cunha, A. M. Q., Rêgo, A. C. de, Faturi, C., Silva, W. L. de, & Domingues, F. N. (2020). Effect of nitrogen fertilization on production, chemical composition and morphogenesis of Guinea grass in the humid tropics. *Agronomy*, 10(11), 1840. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111840>
- Pereira, M., De Almeida, R. G., Macedo, M. C. M., dos Santos, V. A. C., Gamarra, E. L., Castro-Montoya, J., ... & da Graça Morais, M. (2021). Anatomical and nutritional characteristics of *Megathyrsus maximus* genotypes under a silvopastoral system. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 9(2), 159-170. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(9\)159-170](https://doi.org/10.17138/TGFT(9)159-170)
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rodrigues, R. C., Cunha, D. N. F. V., Jank, L., Santos, M. V., Tarôco, I. M. C., Pereira, R. H. S., & Martuscello, J. A. (2024). Management flexibility in mombaça grass pastures under intermittent stocking. *Research, Society and Development*, 13(1), e15013144886. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i1.44886>
- SOUZA, R., EDVAN, R., FONTES, L., DIAS E SILVA, T., DA SILVA, A., ARAÚJO, M., MIRANDA, R., OLIVEIRA, R., PEREIRA, E., ANDRADE, E., ET AL. (2023). MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE CHARACTERISTICS AND CHEMICAL COMPOSITION OF GRASSES IN DEGRADED AREAS SUBJECTED TO PASTURE RECOVERY METHODS. *GRASSES*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.3390/GRASSES2010001>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: RMA, CME, CGC, WD, CERR; análisis e interpretación de los datos: RMA, CME, CGC, WD, CERR; redacción del artículo: RMA, CME, CGC, WD, CERR.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.