



## Establecimiento de gramíneas forrajeras tropicales en el bioma del Cerrado



---

Antonio Leandro Chaves Gurgel <sup>a\*</sup>

Gelson dos Santos Difante <sup>a</sup>

Carolina Marques Costa <sup>a</sup>

João Virgínio Emerenciano Neto <sup>b</sup>

Gustavo Henrique Tonhão <sup>a</sup>

Luís Carlos Vinhas Ítavo <sup>a</sup>

Alexandre Menezes Dias <sup>a</sup>

Iuri Mesquita Moraes Vilela <sup>a</sup>

Vivian Garcia de Oliveira <sup>a</sup>

Pâmella Cristina da Silva Lima <sup>a</sup>

Andrey William Alce Miyake <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Avenida Senador Filinto Müller, 2443 - Pioneiros, 79074-460, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil.

\* Autor de correspondencia: [antoniroleandro09@gmail.com](mailto:antoniroleandro09@gmail.com)

### Resumen:

Este estudio se llevó a cabo para evaluar el tiempo para el establecimiento de gramíneas forrajeras tropicales en el bioma del “Cerrado”, con base en rasgos morfogénéticos y estructurales. Se distribuyeron tres cultivares (Paiaguás, Ipyporã y Marandu) de *Brachiaria brizantha* (Sin. *Urochloa brizantha*) y dos cultivares (Quênia y Tamani) de

*Panicum maximum* (Sin. *Megathyrsus maximus*) en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los rasgos morfogénéticos y estructurales del pasto se evaluaron desde el día 35 hasta el día 65 después de la siembra, a intervalos de siete días. La altura del dosel aumentó linealmente con el período de establecimiento, en todos los cultivares. En los cultivares de *Megathyrsus*, la densidad de macollos disminuyó a medida que avanzaba el período experimental, mientras que el número de macollos en los cultivares de *Urochloa* aumentó. Los cultivares Ipyporã y Marandu tuvieron las tasas más altas de aparición foliar. Las tasas de elongación foliar más bajas se presentaron en los cultivares Paiaguás, Ipyporã y Tamani, y las tasas de elongación más altas en el cv. Quênia. Como resultado, el cv. Quênia mostró los valores más altos de longitud foliar final (64.9 cm) y masa de lámina foliar (3,352.9 kg MS ha<sup>-1</sup>). La mayor tasa de senescencia del cv. Tamani (2.1 cm macollo<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) dio como resultado que el mayor porcentaje de material muerto (1,815.5 kg ha<sup>-1</sup>) se encontrara en la masa de forraje de este cultivar. Los cultivares Paiaguás, Marandu y Tamani se establecieron a los 44 d, mientras que los cv. Quênia e Ipyporã se establecieron a los 51 y 58 días después de la siembra, respectivamente, en el Cerrado brasileño.

**Palabras clave:** Morfogénesis, *Megathyrsus maximus*, Pasto, *Urochloa brizantha*.

Recibido: 10/08/2021

Aceptado: 23/02/2022

## Introducción

Las plantas forrajeras son la principal fuente de alimento para los rumiantes en Brasil y contribuyen significativamente a la producción de alimentos. En el Bioma del Cerrado, región relevante para la ganadería brasileña, los géneros *Urochloa brizantha* y *Megathyrsus maximus* son los más utilizados debido a su alto potencial de rendimiento y adaptabilidad al clima tropical<sup>(1,2)</sup>. Sin embargo, la mayoría de las áreas cultivadas están degradadas o en proceso de degradación, lo que ha constituido un obstáculo importante para la expansión e intensificación de la producción animal en los sistemas de pastoreo<sup>(3)</sup>.

El establecimiento adecuado de las especies forrajeras es fundamental para la perennidad y productividad de un pasto<sup>(4)</sup>. La fase de establecimiento es un momento crítico en la formación de los pastos. A menudo, representa el comienzo del proceso de degradación o la implementación de un pasto perenne y productivo, dependiendo de la interacción entre el suelo, la planta y el clima. Prácticas eficientes de corrección y fertilización del suelo; la elección del período apropiado para la siembra del pasto; y el momento adecuado para el primer pastoreo son esenciales para asegurar la germinación y el crecimiento de la planta<sup>(5)</sup>.

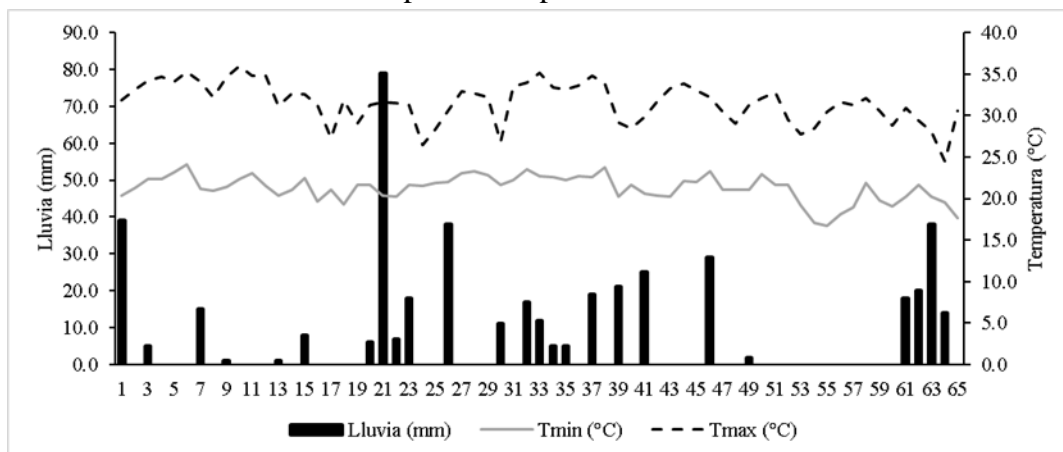
Comprender la evolución de la estructura del pasto a lo largo del período de establecimiento permite mayor asertividad sobre el momento de realizar el primer pastoreo. Además, la comprensión de los cambios morfológicos y estructurales de los cultivares forrajeros cuando se someten a diferentes condiciones edafoclimáticas permite identificar sus mecanismos de adaptación al medio ambiente y ayuda a elegir aquellos cultivares con un establecimiento más vigoroso<sup>(6)</sup>.

En vista del escenario descrito anteriormente, este estudio se llevó a cabo para evaluar el tiempo para el establecimiento de gramíneas forrajeras tropicales en el Bioma del Cerrado con base en rasgos morfogenéticos y estructurales.

## Material y métodos

El experimento se realizó del 15 de diciembre de 2020 al 19 de febrero de 2021, en la granja Fazenda Escola, de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul, ubicada en el municipio de Terenos - MS, Brasil (20°26'31" S, 54°51'36" O, 437 msnm). El clima de la región se clasifica como sabana tropical lluviosa (subtipo Aw), caracterizado por la distribución estacional de las precipitaciones (Köppen). Los datos de temperatura se obtuvieron de la base de datos del INMET y los datos de precipitación (Figura 1) se registraron a partir de un pluviómetro instalado en el sitio del experimento. La precipitación acumulada durante el período experimental fue de 453 mm.

**Figura 1:** Precipitación y temperaturas mínimas (Tmin) y máximas (Tmax) durante el período experimental



El suelo en el área experimental está clasificado como un oxisol rojo con una textura muy arcillosa<sup>(7)</sup>. Antes de la siembra, se tomó una muestra de suelo de la capa de 0-20 cm para su análisis químico (Cuadro 1). Con base en estos resultados, la fertilización se realizó en la siembra con 70.0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Cuadro 1:** Características químicas del suelo en el área experimental, en la capa de 0-20 cm de profundidad

pH*	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CIC	SAB	MO	P	
5.9	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----						-----%			mg	dm <sup>-3</sup>
5.9	4.0	0.11	-	5.7	10.0	15.7	63.7	3.4	8.3		

\*pH en agua 1:2.5; SB: suma de bases (Ca + Mg + K); CIC= capacidad de intercambio catiónico a pH 7.0 [SB+(H+Al)]; SAB= saturación de bases [(SB/CIC) \* 100]; MO= materia orgánica.

El diseño experimental fue uno de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres cultivares de *Urochloa brizantha* (Paiaguás, Ipyporã y Marandu) y dos cultivares de *Megathyrsus maximus* (Quênia y Tamani). El área experimental (3.14 ha) se dividió en cuatro bloques de 7,850 m<sup>2</sup>. Cada bloque estuvo compuesto por cinco parcelas de 1,570 m<sup>2</sup>. El suelo se preparó mecánicamente con arado profundo y rastra niveladora de discos. La siembra se realizó al voleo el 15 de diciembre de 2020. La tasa de siembra se calculó según lo descrito por Dias-Filho<sup>(4)</sup>, considerando un valor de semilla para el cultivo del 60 % para los cultivares de *Urochloa brizantha* y del 40 % para los cultivares de *Megathyrsus maximus*. Se utilizó una aplanadora para aumentar el contacto suelo-semilla.

La evaluación abarcó cinco semanas, desde el día 30 hasta el día 65 después de la siembra. Los rasgos morfogenéticos y estructurales de los pastos se evaluaron a intervalos de siete días. La altura del dosel (cm) se midió en 15 puntos representativos por parcela experimental, utilizando una regla milimétrica. La altura del dosel en cada punto correspondió a la altura promedio de la curvatura de las hojas alrededor de la regla.

La densidad de macollos (DM, macollos m<sup>-2</sup>) se evaluó en tres puntos por parcela experimental, contando todos los macollos dentro de un marco cuadrado de 0.50 × 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>). Los puntos de muestreo fueron fijos a lo largo del período experimental, marcados con estacas de madera.

Los rasgos morfogenéticos y estructurales del dosel forrajero se evaluaron utilizando la técnica de marcaje de macollos. Se marcaron tres macollos por parcela experimental utilizando hilos de colores y se midieron semanalmente con una regla graduada en centímetros. Las alturas del pseudotallo y del macollo extendido y la longitud de cada hoja se midieron cada siete días para estimar las siguientes variables: tasa de aparición foliar (TAF, hojas macollo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); filocrono (días hoja<sup>-1</sup> macollo<sup>-1</sup>); tasa de elongación foliar (TEF, cm macollo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); tasa de elongación del tallo (TET, cm macollo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); longitud foliar final (LFF, cm macollo<sup>-1</sup>); tasa de senescencia foliar (TSF, cm macollo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); número de hojas vivas (NHV, hojas macollo<sup>-1</sup>); y vida útil de la hoja (VUH, d), según lo propuesto por Lemaire y Chapman<sup>(8)</sup>.

El corte para determinar la masa de forraje y los componentes morfológicos ocurrió cuando el dosel interceptó el 95.0 ± 3.5 % de la luz incidente, 65 días después de la

siembra. La luz interceptada por el dosel se estimó utilizando un analizador de dosel (PAR Ceptometer - 80 AccuPAR Linear PAR / LAI; DECAGON Devices), en 15 puntos al azar por unidad experimental. En cada punto se tomó una lectura en la parte superior del dosel forrajero y otra a 10 cm del suelo. Así, a los 65 d después de la siembra, la masa seca de forraje (MF, kg MS ha<sup>-1</sup>) cortando el forraje contenido dentro de tres cuadrados de 1 m<sup>2</sup> por parcela experimental. Las muestras se pesaron y se secaron en un horno de aire forzado a 55 °C hasta un peso constante y luego se pesaron nuevamente para determinar la masa seca de forraje. Para evaluar los componentes morfológicos del forraje, se extrajeron tres submuestras de las muestras recolectadas para determinar la MF. Estos se separaron en hoja (lámina de la hoja), tallo (tallo + vaina), material muerto y plantas indeseables. La relación hoja:tallo se calculó como la relación entre la masa seca de la lámina foliar (MLF, kg ha<sup>-1</sup>) y la masa del tallo (MT, kg ha<sup>-1</sup>). Los datos de altura del dosel, DM y NHV se sometieron a un análisis de varianza, considerando un diseño de bloques al azar con medidas repetidas en el tiempo. El efecto de los cultivares se asignó a la parcela, y los días después de la siembra (30, 37, 44, 51, 58 y 65 días) a la subparcela (mediciones repetidas en el tiempo). Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + B_j + \alpha_{ij} + D_k + CD_{ik} + \beta_{ijk},$$

Donde:

$Y_{ijk}$ = valor observado en el cultivar i, bloque j y día k;

$\mu$ = efecto de la media general;

$C_i$ = efecto del cultivar i;

$B_j$ = efecto del bloque j;  $\alpha_{ij}$ : efecto del error aleatorio atribuido a la parcela;

$D_k$ = efecto del día k después de la siembra;

$CD_{ik}$ = efecto de la interacción entre cultivar y día;

$\beta_{ijk}$ = error aleatorio atribuido a la subparcela.

Cuando fueron significativos según la prueba F, los cultivares se compararon mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5 %, mientras que el efecto de los días después de la siembra se analizó utilizando ecuaciones de regresión.

Las variables restantes fueron sometidas a análisis de varianza de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + B_j + \alpha_{ij},$$

Donde:

$Y_{ij}$ = valor observado en el cultivar i y el bloque j;

$\mu$ = efecto de la media general;

$C_i$ = efecto del cultivar i;

$B_j$ = efecto del bloque j; y

$\alpha_{ij}$ = efecto del error aleatorio.

Cuando fueron significativos según la prueba F, los efectos de los cultivares se analizaron mediante la prueba de Tukey con una significancia del 5 %. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el procedimiento MIXED, en SAS ver. 9.1.

## Resultados

La interacción cultivar por día después de la siembra fue significativa ( $P < 0.05$ ) para la altura del dosel, DM y NHV. La altura del dosel aumentó linealmente para todos los cultivares, con incrementos diarios estimados de 1.52, 0.95, 1.21, 2.53 y 1.01 cm para Paiaguás, Ipyporã, Marandu, Quênia y Tamani, respectivamente (Cuadro 2). El día 30 después de la siembra, el cultivar Quênia tuvo una altura mayor que el cultivar Ipyporã, pero no hubo diferencia entre los otros cultivares. El día 37, el cultivar Quênia presentó un dosel más alto que los cultivares Ipyporã y Paiaguás. En los otros períodos, el cultivar Quênia tuvo el dosel más grande, seguido de los cultivares Marandu, Paiaguás y Tamani.

La densidad de macollos aumentó linealmente para los cultivares de *Urochloa brizantha* y disminuyó linealmente para los cultivares de *Megathyrus maximus* durante el período de establecimiento. El aumento estimado en el número de macollos en Paiaguás, Ipyporã y Marandu fue de 10.2, 10.8 y 6.6 macollos  $m^{-2}$  día<sup>-1</sup>, respectivamente. En Quênia y Tamani, la población de macollos disminuyó en 5.09 y 29.67 macollos  $m^{-2}$  día<sup>-1</sup>, respectivamente. La DM a los 30, 37, 44 y 51 días después de la siembra fue mayor en el cultivar Tamani. Por otro lado, el día 58 después de la siembra, Tamani presentó una mayor DM que Ipyporã, Marandu y Quênia, sin diferencias entre los dos últimos y Paiaguás. Finalmente, el día 65, la DM de Tamani superior a la observada en Marandu y Quênia (Cuadro 3).

Quênia mantuvo un NHV constante desde el comienzo del período de evaluación. En Marandu, hubo un incremento diario estimado de 0.05 hojas macollo<sup>-1</sup>. En los otros cultivares, el NHV ajustó una regresión lineal de segundo grado. Paiaguás e Ipyporã alcanzaron el máximo de NHV a los 42.5 y 47.0 d después de la siembra, respectivamente. Tamani alcanzó un NHV mínimo estimado a los 58.3 d. A los 30 días después de la siembra, no se observaron diferencias en el NHV entre cultivares. A los 37 días, se encontró una diferencia entre Paiaguás y Tamani. En los otros períodos (30, 44, 51, 58 y 65), los cultivares de *Urochloa brizantha* presentaron un mayor NHV (Cuadro 4).

La vida útil de las hojas no difirió entre los cultivares (Cuadro 5). Ipyporã y Marandu mostraron mayor TAF que Tamani, mientras que Paiaguás y Quênia mostraron valores intermedios. El filocrono difirió entre Tamani e Ipyporã, que presentaron los valores más altos y más bajos, respectivamente, mientras que los cultivares Paiaguás, Marandu y Quênia presentaron valores intermedios. Las TEF más bajas se observaron en Paiaguás, Ipyporã y Tamani, y las más altas en Quênia, que a su vez estuvo por encima de Marandu. Como resultado, Quênia mostró la LFF más alta. Paiaguás y Quênia tuvieron la TET más

alta. Por último, la TSF fue más alta en Quênia y más baja en Marandu, mientras que Paiaguás, Ipyporã y Tamani mostraron valores intermedios (Cuadro 5).

La masa de forraje no difirió entre cultivares (Cuadro 6). Quênia produjo la mayor MLF, mientras que Paiaguás e Ipyporã mostraron la más baja, los otros mostraron valores intermedios. La masa del tallo fue mayor en Marandu y Quênia que en Ipyporã y Tamani. La MT de Paiaguás fue similar a los demás. El cultivar Tamani mostró la mayor masa de material muerto (MMM). La única diferencia para la masa de plantas indeseables (MPI) se encontró entre Paiaguás y Tamani, mientras que los pastos de Tamani no tuvieron MPI. La relación hoja/tallo más alta se presentó en Tamani, Ipyporã y Quênia.

## Discusión

El aumento lineal de la altura del dosel es consistente con el período de establecimiento (Cuadro 2), ya que cuando el forraje se encuentra en la fase inicial de crecimiento vegetativo, se observa un aumento en la altura promedio del césped a lo largo de los días, independientemente del cultivar<sup>(5,6)</sup>. La altura recomendada para interrumpir el crecimiento es de alrededor de 30 cm para los cultivares de *Brachiaria*<sup>(9,10,11)</sup>, 70 cm para Quênia<sup>(12)</sup> y 35 cm para Tamani<sup>(13)</sup>. Paiaguás, Marandu y Tamani alcanzaron la altura recomendada para la interrupción del crecimiento el día 44 después de la siembra, mientras que Quênia e Ipyporã alcanzaron este valor a los 51 y 58 días, respectivamente.

La alta población de macollos observada en todos los períodos de evaluación en Quênia y Tamani puede explicar en parte la reducción de la DM (Cuadro 3). Mayores poblaciones de macollos durante el crecimiento vegetativo de los pastos promueven una mayor competencia intraespecífica por la luz, reduciendo la cantidad y calidad de la luz que llega a la base del dosel<sup>(14)</sup>, lo que resulta en la mortalidad de los macollos<sup>(15)</sup>. Por lo tanto, el momento en que los cultivares alcanzaron la altura recomendada para detener su crecimiento sería el adecuado para realizar el primer pastoreo.

El número de hojas vivas difirió entre los cultivares (Cuadro 4). En Paiaguás e Ipyporã, hubo un aumento en el NHV hasta que alcanzó su valor máximo, a los 42.5 y 47.0 días después de la siembra, respectivamente. A partir de ese momento, por cada nueva hoja que aparecía, otra comenzaba a morir. Sin embargo, el aumento lineal del NHV en el cv. Marandu indica que este cultivar no alcanzó el valor máximo durante su establecimiento. El NHV siempre más alto en los cultivares de *Urochloa brizantha* en comparación con los cultivares de *Megathyrsus maximus* se puede atribuir a su genética, ya que el número de hojas formadas en los cultivares de *Urochloa brizantha* es mayor que en las plantas de *Megathyrsus maximus*<sup>(5,6,16)</sup>.

Entre los cultivares de *Megathyrsus maximus*, Quênia mantuvo un NHV constante desde el comienzo del período de evaluación (30 días después de la siembra). Por otro lado, en el cv. Tamani, el NHV disminuyó hasta un valor mínimo que se presentó el día 58 después

de la siembra. Posteriormente, hubo un aumento en el número de hojas por macollo. Este comportamiento se debió a la alta DM del cv. Tamani, que promovió un efecto compensatorio, ya que, los doseles con una DM alta tienen macollos más cortos, pero estos tienen tasas de crecimiento bajas y viceversa<sup>(17,18)</sup>. Este mecanismo compensatorio se evidencia por las variables morfogenéticas evaluadas durante el período de establecimiento, ya que Tamani fue el que tuvo menos hojas, lo que a su vez aumentó el filocrono (Cuadro 3).

Para los pastos tropicales en etapa vegetativa, la morfogénesis puede ser descrita por TAF, TEF, VUH<sup>(18)</sup> y TET<sup>(19)</sup>. Estos rasgos están determinados genéticamente y, como tales, varían según el genotipo evaluado. Además, las variaciones en la morfogénesis determinan los rasgos estructurales del pasto<sup>(15,19)</sup>. Por lo tanto, para una interpretación consistente de estas variables, se deben tener en cuenta las interacciones entre ellas.

Las variaciones en la TEF reflejaron las diferencias morfológicas entre los cultivares, especialmente en la LFF, un rasgo estructural del dosel forrajero determinado genéticamente<sup>(18)</sup>. Como lo describen Lemaire y Chapman<sup>(8)</sup>, la TEF tiende a seguir el comportamiento de la LFF. Esta asociación se pudo observar en el cv. Quênia, que mostró los valores más altos tanto para la TEF como para la LFF (Cuadro 5). Marandu, Paiaguás y Quênia mostraron mayor elongación del tallo de todos porque estos cultivares son más altos (Cuadro 2), lo que evidencia la asociación entre la TET y la altura de cada cultivar<sup>(20)</sup>.

La mayor TSF observada en el cv. Quênia se puede atribuir a sus mayores tasas de aparición y elongación foliar. Con el crecimiento de nuevos tejidos, se espera un aumento de la tasa de senescencia de los tejidos más viejos, debido al proceso de renovación de la planta<sup>(18)</sup>. El cultivar Marandu tuvo la TSF más baja, lo que se puede explicar porque este cultivar no alcanzó el máximo NHV (Cuadro 4), y la senescencia en las plantas forrajeras aumenta después de que ha surgido el máximo NHV<sup>(19)</sup>.

La MF similar entre los cultivares puede reflejar la correlación negativa entre la altura y la DM<sup>(21)</sup>, lo que induce una compensación en la MF. El cultivar Quênia tuvo los valores más altos de tasa de aparición foliar, elongación foliar y LFF. Esta combinación de factores fue responsable de la MLF más alta que se presentó en este cultivar. La masa del tallo siguió la tendencia observada para la TET. Luna *et al*<sup>(16)</sup> reportaron un resultado similar, en el que la tasa de acumulación de tallos se comportó de manera similar a la TET, independientemente de la especie evaluada.

La mayor contribución de MMM a la MF en el cv. Tamani fue el resultado de la alta TSF y mortalidad de macollos encontradas en este cultivar (Cuadros 3 y 4). Debido a su alta DM, es posible que Tamani hubiera alcanzado rápidamente el índice de área foliar crítico<sup>(22)</sup>. Los aumentos posteriores en el índice de área foliar conducen a una reducción de la acumulación de hojas y al aumento de la mortalidad de hojas y macollos<sup>(23)</sup>. Por otro



lado, esta mayor competencia por la luz disminuyó el número de plantas indeseables en los pastos de Tamani.

Estos hallazgos sugieren que todos los cultivares exhibieron un establecimiento vigoroso, dadas sus altas tasas de renovación de tejidos, lo que promovió cambios en los rasgos estructurales del pasto<sup>(24)</sup>. Como consecuencia, se modificó la masa de forraje, la composición morfológica y la población de macollos.

## Conclusiones e implicaciones

Se encontró que, dependiendo de las características morfogénicas y estructurales, el tiempo de establecimiento en el Bioma del Cerrado es de 44 días después de la siembra para los cultivares Paiaguás, Marandu y Tamani; y de 51 y 58 días después de la siembra para los cultivares Quênia e Ipyporã, respectivamente. Los rasgos morfogénicos están determinados genéticamente y, como tales, varían entre genotipos; además, las variaciones en la morfogénesis determinan las características estructurales del pasto. Evaluar de forma simultánea las variables morfogénicas y estructurales permite observar la dinámica de emergencia y muerte de los tejidos tanto dentro de un macollo como para toda la población de macollos. Permitiendo así una mayor precisión en el momento ideal para detener el crecimiento de los pastos.

## Agradecimientos

A la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código financiero 001. Gracias también al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a la Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) y a la Universidade Federal de Mato Grosso do Sul por su apoyo.

## Literatura citada:

1. Euclides VPB, Montagner DB, Macedo MCM, Araújo AR, Difante GS, Barbosa RA. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. *Grass Forage Sci* 2019;75(1):1-13.
2. Vêras ELL, Difante GS, Gurgel ALC, Costa ABG, Rodrigues JG, Costa CM, *et al.* Tillering and structural characteristics of *Panicum* cultivars in the Brazilian semiarid region. *Sustainability* 2020;12(9):3849.
3. Pereira OJR, Ferreira LG, Pinto F, Baumgarten L. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sens* 2018;10(11):1761.
4. Dias-Filho MB. Formação e manejo de pastagens. Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico 2012;235:1-9.

5. Rodrigues JG, Difante GS, Gurgel ALC, Veras ELL, Costa ABG, Pereira MG, *et al.* Establishment of *Brachiaria* cultivars in the soil-climatic conditions of the Brazilian semi-arid region. *Acta Sci Anim Sci* 2021;43: e51802.
6. Costa ABG, Difante GS, Gurgel ALC, Veras ELL, Rodrigues JG, Pereira MG, *et al.* Morphogenic and structural characteristics of *Panicum* cultivars during the establishment period in the Brazilian Northeast. *Acta Sci Anim Sci* 2021;43:e50984.
7. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3th ed. Rio de Janeiro, Brasil: Centro Nacional de Pesquisa de solo; 2013.
8. Lemaire G, Chapman D. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson J, Illius AW, editores. *The ecology and management of grazing systems*. 1st ed. Wallingford, UK: CABI Publishing; 1996:3-29.
9. Giacomini AA, Silva SC, Sarmiento DOL, Zeferino CV, Souza Júnior SJ, Trindade JK, *et al.* Growth of *Marandu palisadegrass* subjected to strategies of intermittent stocking. *Sci Agric* 2009;66(6):733-741.
10. Euclides VPB, Montagner DB, Barbosa RA, Valle CB, Nantes NN. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). *R Bras Zootec* 2016;45(3):85-92.
11. Echeverria JR, Euclides VPB, Sbrissia AF, Montagner DB, Barbosa RA, Nantes NN. Forage accumulation and nutritive value of the *Urochloa* interspecific hybrid 'BRS RB331 Ipyporã' under intermittent grazing. *Pesqui Agropecu Bras* 2016;51(7): 880-889. doi:10.1590/S0100-204X2016000700011.
12. Andrade CM, Farinatti LH, Nascimento HL, Abreu ADQ, Jank L, Assis GM. Animal production from new *Panicum maximum* genotypes in the Amazon biome, Brazil. *Trop Grassl Forr Trop* 2013;1(1):36-38.
13. Tesk CR, Cavalli J, Pina DS, Pereira DH, Pedreira CG, Jank L, *et al.* Herbage responses of Tamani and Quênia guinea grasses to grazing intensity. *Agron J* 2020; 112(3):2081-2091.
14. Montagner DB, Nascimento Júnior D, Vilela HH, Sousa BML, Euclides VPB, Silva SC, *et al.* Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *R Bras Zootec* 2012;41(3):544-549.
15. Sbrissia AF, Schmitt D, Duchini PG, da Silva SC. Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed swards. *J Agron Crop Sci* 2020;206(5):630-639.
16. Luna AA, Difante GS, Montagner DB, Emerenciano Neto JV, Araújo IMM, Oliveira LEC. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras sob corte. *Biosc J* 2014;30(6):1803-1810.

17. Sbrissia AF, Duchini PG, Zanini GD, Santos GT, Padilha DA, Schmitt D. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. *Crop Sci* 2018;58(2):945-954.
18. Gastal F, Lemaire G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. *Agriculture* 2015;5(1):1146-1171.
19. Difante GS, Nascimento Júnior D, Silva SC, Euclides VPB, Montagner DB, Silveira MCT, *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. *Rev Bras Zootec* 2011;40(5):955-963.
20. Sousa BML, Nascimento Júnior D, Silva SC, Monteiro HCF, Rodrigues CS, Fonseca DM, *et al.* Morphogenetic and structural characteristics of *Andropogon* grass submitted to different cutting heights. *Rev Bras Zootec* 2010;39(10):2141-2147.
21. Vêras ELL, Difante GS, Gurgel ALC, Costa CM, Emerenciano Neto JV, Rodrigues JG, *et al.* Tillering capacity of *Brachiaria* cultivars in the Brazilian Semi-Arid Region during the dry season. *Trop Anim Sci J* 2020;43(2):133-140.
22. Euclides VPB, Valle CB, Macedo MCM, Almeida RG, Montagner DB, Barbosa RA. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Rev Bras Zootec* 2010;39(Suppl Spec):151-168.
23. Zanine A, Farias L, Ferreira D, Farias L, Ribeiro M, Souza A, *et al.* Effect of season and nitrogen fertilization on the agronomic traits and efficiency of Piatã grass in Brazilian savanna. *Agriculture* 2020;10(8):337.
24. Sousa CCC, Montagner DB, Araújo AR, Euclides VPB, Difante GS, Gurgel ALC, *et al.* The soil-plant interface in *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa subjected to different doses of nitrogen in rotational grazing. *Rev Mex Cienc Pecu* 2021;12(4): 1098-1116.

**Cuadro 2:** Altura del dosel (cm) de gramíneas forrajeras tropicales en diferentes períodos de evaluación durante el establecimiento en el bioma brasileño del Cerrado

Cultivar	Días después de la siembra						Valor <i>P</i>		Ecuación de regresión	R <sup>2</sup> (%)
	30	37	44	51	58	65	L	C		
Paiaguás	12.1 <sup>ab</sup>	16.0 <sup>b</sup>	27.9 <sup>b</sup>	40.1 <sup>cb</sup>	47.2 <sup>cb</sup>	60.3 <sup>b</sup>	0.001	0.522	Y = -33.30 + 1.42x	98.5
Ipyporã	8.5 <sup>b</sup>	12.8 <sup>b</sup>	20.5 <sup>b</sup>	26.8 <sup>c</sup>	30.6 <sup>c</sup>	43.0 <sup>c</sup>	0.001	0.554	Y = -21.23 + 0.95x	97.6
Marandu	17.6 <sup>ab</sup>	24.8 <sup>ab</sup>	33.4 <sup>b</sup>	44.2 <sup>b</sup>	51.5 <sup>b</sup>	58.6 <sup>cb</sup>	0.001	0.896	Y = -19.09 + 1.21x	99.6
Quênia	28.5 <sup>a</sup>	37.0 <sup>a</sup>	57.3 <sup>a</sup>	69.5 <sup>a</sup>	87.1 <sup>a</sup>	119.7 <sup>a</sup>	0.001	0.101	Y = -53.45 + 2.53x	96.5
Tamani	19.5 <sup>ab</sup>	24.1 <sup>ab</sup>	35.8 <sup>b</sup>	40.1 <sup>cb</sup>	42.5 <sup>cb</sup>	57.1 <sup>cb</sup>	0.001	0.765	Y = -11.56 + 1.01x	95.5

L= lineal; C= cuadrático. Y es la variable dependiente y X es la variable independiente (días después de la siembra).

<sup>abc</sup> Las letras minúsculas en la misma columna difieren entre sí según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ); Error estándar de la media= 4.38.

**Cuadro 3:** Densidad de macollos (macollos m<sup>-2</sup>) de gramíneas forrajeras tropicales en diferentes períodos de evaluación durante el establecimiento en el bioma brasileño del Cerrado

Cultivar	Días después de la siembra						Valor <i>P</i>		Ecuación de regresión	R <sup>2</sup> (%)
	30	37	44	51	58	65	L	C		
Paiaguás	210.0 <sup>c</sup>	245.7 <sup>c</sup>	318.0 <sup>b</sup>	412.3 <sup>b</sup>	487.0 <sup>ab</sup>	546.0 <sup>ab</sup>	0.001	0.821	Y = -114.50 + 10.20x	98.8
Ipyporã	166.0 <sup>c</sup>	229.0 <sup>c</sup>	314.0 <sup>b</sup>	396.7 <sup>b</sup>	445.7 <sup>b</sup>	546.7 <sup>ab</sup>	0.001	0.934	Y = -161.46 + 10.76x	99.5
Marandu	221.0 <sup>c</sup>	257.7 <sup>c</sup>	354.3 <sup>b</sup>	422.7 <sup>b</sup>	445.7 <sup>b</sup>	417.7 <sup>b</sup>	0.002	0.270	Y = 39.93 + 6.59x	84.5
Quênia	602.0 <sup>b</sup>	583.6 <sup>b</sup>	531.7 <sup>b</sup>	435.0 <sup>b</sup>	456.5 <sup>b</sup>	448.2 <sup>b</sup>	0.016	0.538	Y = 751.27 - 5.09x	83.3
Tamani	1534.4 <sup>a</sup>	1605.0 <sup>a</sup>	1617.3 <sup>a</sup>	864.4 <sup>a</sup>	737.2 <sup>a</sup>	742.0 <sup>a</sup>	0.001	0.136	Y = 2594.20 - 29.67x	77.3

L= lineal; C= cuadrático. Y es la variable dependiente y X es la variable independiente (días después de la siembra).

<sup>abc</sup> Las letras minúsculas en la misma columna difieren entre sí según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ); Error estándar de la media= 63.92.

**Cuadro 4:** Número de hojas vivas por macollo en gramíneas forrajeras tropicales en diferentes períodos de evaluación durante el establecimiento en el bioma brasileño del Cerrado

Cultivar	Días después de la siembra						Valor <i>P</i>		Ecuación de regresión	R <sup>2</sup> (%)
	30	37	44	51	58	65	L	C		
Paiaguás	5.3 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.1 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	0.227	0.002	Y= -1.26 + 0.34x - 0.004x <sup>2</sup>	39.0
Ipyporã	4.0 <sup>a</sup>	5.6 <sup>ab</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>a</sup>	5.4 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	0.105	0.001	Y= -5.61 + 0.47x - 0.005x <sup>2</sup>	71.8
Marandu	4.9 <sup>a</sup>	5.2 <sup>ab</sup>	6.0 <sup>ab</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	0.001	0.117	Y= 3.61 + 0.05x	81.7
Quênia	4.5 <sup>a</sup>	5.2 <sup>ab</sup>	5.2 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>	0.367	0.326	Y= 4.7	4.5 <sup>a</sup>
Tamani	4.9 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	3.8 <sup>c</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.8 <sup>c</sup>	3.5 <sup>c</sup>	0.081	0.008	Y= 12.87 - 0.35x + 0.003x <sup>2</sup>	86.5

L= lineal; C= cuadrático. Y es la variable dependiente y X es la variable independiente (días después de la siembra)

<sup>ab</sup> Las letras minúsculas en la misma columna difieren entre sí según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ), Error estándar de la media= 0.40.

**Cuadro 5:** Rasgos estructurales y morfogenéticos de gramíneas forrajeras tropicales durante el período de establecimiento en el bioma brasileño del Cerrado

Variable	Cultivar					EEM	Valor <i>P</i>
	Paiaguás	Ipyporã	Marandu	Quênia	Tamani		
TAF, hojas macollo <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	0.16 <sup>ab</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.15 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.01	0.0181
Filocrono, días hoja <sup>-1</sup> macollo <sup>-1</sup>	6.4 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>b</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	6.9 <sup>ab</sup>	8.1 <sup>a</sup>	0.50	0.0355
TEF, cm macollo <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	5.4 <sup>c</sup>	5.3 <sup>c</sup>	7.8 <sup>b</sup>	10.8 <sup>a</sup>	5.4 <sup>c</sup>	0.48	0.0001
TET, cm macollo <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.52 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.08	0.0001
TSF, cm macollo <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>ab</sup>	1.2 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.1 <sup>ab</sup>	0.26	0.0312
LFF, cm	30.2 <sup>b</sup>	29.1 <sup>b</sup>	43.1 <sup>b</sup>	64.9 <sup>a</sup>	36.0 <sup>b</sup>	3.50	0.0001
VUH, días	37.9	32.0	34.4	32.7	28.2	2.40	0.2026

TAF= tasa de aparición foliar; TEF= tasa de elongación foliar; TET= tasa de elongación del tallo; TSF= tasa de senescencia foliar; LFF= longitud foliar final; VUH= vida útil de la hoja; EEM= error estándar de la media.

<sup>abc</sup> Las letras minúsculas en la misma fila difieren entre sí según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 6:** Rasgos estructurales de gramíneas forrajeras tropicales durante el período de establecimiento en el bioma brasileño del Cerrado

Variable	Cultivar					EEM	Valor <i>P</i>
	Paiguás	Ipyporã	Marandu	Quênia	Tamani		
MF, kg MS ha <sup>-1</sup>	5405.0	4736.5	5766.5	6884.8	6007.5	529.5	0.1554
MLF, kg MS ha <sup>-1</sup>	1654.6 <sup>b</sup>	1962.7 <sup>b</sup>	2533.1 <sup>ab</sup>	3352.8 <sup>a</sup>	2571.7 <sup>ab</sup>	258.1	0.0131
MT, kg MS ha <sup>-1</sup>	1879.9 <sup>ab</sup>	1427.1 <sup>b</sup>	2345.7 <sup>a</sup>	2429.6 <sup>a</sup>	1619.3 <sup>b</sup>	209.2	0.0353
MMM, kg MS ha <sup>-1</sup>	546.7 <sup>b</sup>	449.2 <sup>b</sup>	484.3 <sup>b</sup>	839.4 <sup>b</sup>	1816.5 <sup>a</sup>	96.1	0.0001
MPI, kg MS ha <sup>-1</sup>	1444.9 <sup>a</sup>	937.8 <sup>ab</sup>	403.4 <sup>ab</sup>	263.0 <sup>ab</sup>	0.0 <sup>b</sup>	279	0.0378
Relación hoja:tallo	0.9 <sup>b</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.1 <sup>b</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>	0.1	0.0436

MF= masa de forraje; MLF= masa de la lámina foliar; MT= masa del tallo; MMM= masa del material muerto; MPI= masa de plantas indeseables; EEM= error estándar de la media.

<sup>ab</sup> Las letras minúsculas en la misma fila difieren entre sí según la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).