

## Número de aplicações de subdose de glifosato e produção de capim marandu

### Number of glyphosate subdose applications and production of marandu grass

### Número de aplicaciones de subdosis de glifosato y producción de pasto marandú

Recebido: 31/10/2022 | Revisado: 11/11/2022 | Aceitado: 12/11/2022 | Publicado: 19/11/2022

#### Luciane da Cunha Codognoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9234-4606>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [luciane.codognoto@ifro.edu.br](mailto:luciane.codognoto@ifro.edu.br)

#### Enos Araujo de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7377-1848>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [enos.oliveira99@gmail.com](mailto:enos.oliveira99@gmail.com)

#### Thassiane Telles Conde

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2086-2348>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [thassiane.conde@ifro.edu.br](mailto:thassiane.conde@ifro.edu.br)

#### Gabrielly Souza Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4284-9921>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [gabysouzanunes@gmail.com](mailto:gabysouzanunes@gmail.com)

#### Valquíria Silva dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5751-9597>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [silvalalquiria778@gmail.com](mailto:silvalalquiria778@gmail.com)

#### Felipe Souza da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1742-3555>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [felipesxsouza@gmail.com](mailto:felipesxsouza@gmail.com)

#### Nicole Soares de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1513-3722>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: [nicole.soares14almeida@gmail.com](mailto:nicole.soares14almeida@gmail.com)

#### Resumo

A produção pecuária brasileira é destaque mundial, pois a oferta e colheita de alimento ocorre por pastejo, reduzindo significativamente os custos de produção. Estratégias que possibilitem estimular o desenvolvimento vegetativo e produtivo forrageiro vêm sendo estudados, como a indução à hormese por aplicação de dose subletal de glifosato. Assim, o objetivo do trabalho foi verificar a influência do número de aplicação da subdose do equivalente ácido de glifosato ( $20 \text{ g ha}^{-1}$ ) em variáveis morfológicas e de produção de capim Marandu. Foram avaliados quatro tratamentos: aplicação única, aplicação alternada (duas dosagens), aplicações sucessivas (quatro dosagens) e testemunha (sem aplicação de glifosato), em quatro cortes sequenciais. Para relação folha/colmo, no 4º corte, aplicação alternada (10,92) não diferiu de aplicação sequencial (12,21), com 50% do investimento operacional e do insumo (glifosato). A relação folha/colmo em aplicação alternada foi superior a testemunha, equivalente a 34,8%. Para densidade volumétrica de forragem registrou-se valores máximos no 4º corte, a exceção do tratamento sequencial ( $17,31 \text{ kg cm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ), por afetar a estrutura da planta, proporcionando alongamento do perfilho, com bainha foliar de maior comprimento. A produção de matéria seca de forragem caracterizou efeito deletério para tratamento sequencial, registrando menor produção no 4º corte ( $551,56 \text{ kg ha}^{-1}$ ), representando 67,58% da média experimental. Aplicação eventual ou estratégica de dose subletal de glifosato em capim Marandu promove o desenvolvimento das gemas basais da forrageira, incrementando relação folha/colmo, densidade volumétrica e produção de forragem.

**Palavras-chave:** Hormese; *Urochloa brizantha*; Equivalente ácido; Subletal.

#### Abstract

Brazilian livestock production is a worldwide highlight, as the supply and harvest of food occurs through grazing, significantly reducing production costs. Strategies that make it possible to stimulate the vegetative and productive forage development have been studied, such as the induction of hormesis by application of a sublethal dose of glyphosate. Thus, the objective of this work was to verify the influence of the number of application of the subdose of the glyphosate acid equivalent ( $20 \text{ g ha}^{-1}$ ) on morphological and production variables of Marandu grass. Four treatments were evaluated: single application, alternate application (two doses), successive applications (four doses)

and control (without glyphosate application), in four sequential cuts. For the leaf/stem ratio, in the 4th cut, alternate application (10.92) did not differ from sequential application (12.21), with 50% of the operational investment and input (glyphosate). The leaf/stem ratio in alternate application was superior to the control, equivalent to 34.8%. For forage volumetric density, maximum values were recorded in the 4th cut, with the exception of the sequential treatment (17.31 kg cm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), as it affected the plant structure, providing tiller elongation, with a longer leaf sheath. The forage dry matter production characterized a deleterious effect for sequential treatment, registering minimum production in the 4th cut (551.56 kg ha<sup>-1</sup>), representing 67.58% of the experimental average. Occasional or strategic application of sublethal dose of glyphosate in Marandu grass promotes the development of basal forage buds, increasing leaf/stem ratio, volumetric density and forage production.

**Keywords:** Hormesis; *Urochloa brizantha*; Acid equivalent; Sublethal.

### Resumen

La producción ganadera brasileña es un destaque mundial, ya que el suministro y la cosecha de alimentos se realiza a través del pastoreo, lo que reduce significativamente los costos de producción. Se han estudiado estrategias que permitan estimular el desarrollo vegetativo y productivo del forraje, como la inducción de hormesis mediante la aplicación de una dosis subletal de glifosato. Así, el objetivo de este trabajo fue verificar la influencia del número de aplicaciones de la subdosis del equivalente ácido de glifosato (20 g ha<sup>-1</sup>) sobre variables morfológicas y productivas del pasto marandú. Se evaluaron cuatro tratamientos: aplicación única, aplicación alterna (dos dosis), aplicaciones sucesivas (cuatro dosis) y testigo (sin aplicación de glifosato), en cuatro cortes secuenciales. Para la relación hoja/tallo, en el 4° corte, la aplicación alterna (10,92) no difirió de la aplicación secuencial (12,21), con el 50% de la inversión operativa e insumo (glifosato). La relación hoja/tallo en aplicación alterna fue superior al testigo, equivalente a 34,8%. Para la densidad volumétrica del forraje, los valores máximos se registraron en el 4° corte, con excepción del tratamiento secuencial (17,31 kg cm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>), ya que afectó la estructura de la planta, proporcionando elongación del macollo, con una vaina foliar más larga. La producción de materia seca del forraje caracterizó un efecto deletéreo por tratamiento secuencial, registrándose producción mínima en el 4° corte (551,56 kg ha<sup>-1</sup>), representando el 67,58% del promedio experimental. La aplicación ocasional o estratégica de dosis subletales de glifosato en pasto marandú promueve el desarrollo de yemas forrajeras basales, aumentando la relación hoja/tallo, la densidad volumétrica y la producción de forraje.

**Palabras clave:** Hormesis; *Urochloa brizantha*; Equivalente de ácido; Subletal.

## 1. Introdução

A carne e o leite bovino estão entre os gêneros de maior participação no produto interno bruto do agronegócio brasileiro (CEPEA, 2022). O sistema de produção pecuária extensiva caracteriza diferencial qualitativo e econômico nos produtos de origem animal. Os custos com alimentação e mão-de-obra são reduzidos, destacando o Brasil no ranking mundial em produção e exportação de carne bovina (USDA, 2022).

O capim Marandu é uma das cultivares da espécie *Urochloa brizantha* (sinonímia *Brachiaria brizantha*) que ocupa mais de 50% da área total de pastagens cultivadas (Pereira, 2019). Recomendada para pastejo contínuo, características bromatológicas, palatabilidade e persistência são destacas, pois a forragem é a principal fonte de alimento nesse sistema (Souza et al., 2018). Para tanto, estratégias que possibilitem estimular o desenvolvimento vegetativo e produtivo forrageiro vêm sendo estudados. O herbicida glifosato, utilizado como maturador químico na cultura da cana-de-açúcar com objetivo de antecipar o início da safra (Barbara & Ferro, 2020), pode apresentar efeito estimulante de crescimento em plantas não alvo, por deriva do produto (Meschede et al., 2010; Marques et al., 2020).

Alguns herbicidas apresentam comportamento bifásico da curva dose-resposta, ou seja, dependendo da dose utilizada, pode ocorrer inibição ou estimulação no sistema fisiológico, alterando o desempenho da planta, efeito esse denominado hormese (Calabrese & Baldwin, 2000). O mecanismo estressante de ação do glifosato, por aplicação de dose abaixo da letal, caracteriza estímulo de crescimento vegetativo. O herbicida glifosato aumenta a área foliar, melhora a qualidade da matéria prima em cana-de-açúcar, e influencia no alongamento dos entrenós da cultura do arroz (Marques et al., 2011; Gitti et al., 2011). Quando exposto a dose subletal de glifosato, entre outras características de importância em plantas forrageiras, foram registrados estímulos de 31,8% na produção de massa seca de *U. brizantha* (Brito et al., 2017). Portanto, dose subletal do produto pode estimular características específicas em plantas por estresse momentâneo (Espindula et al., 2010; Meschede et

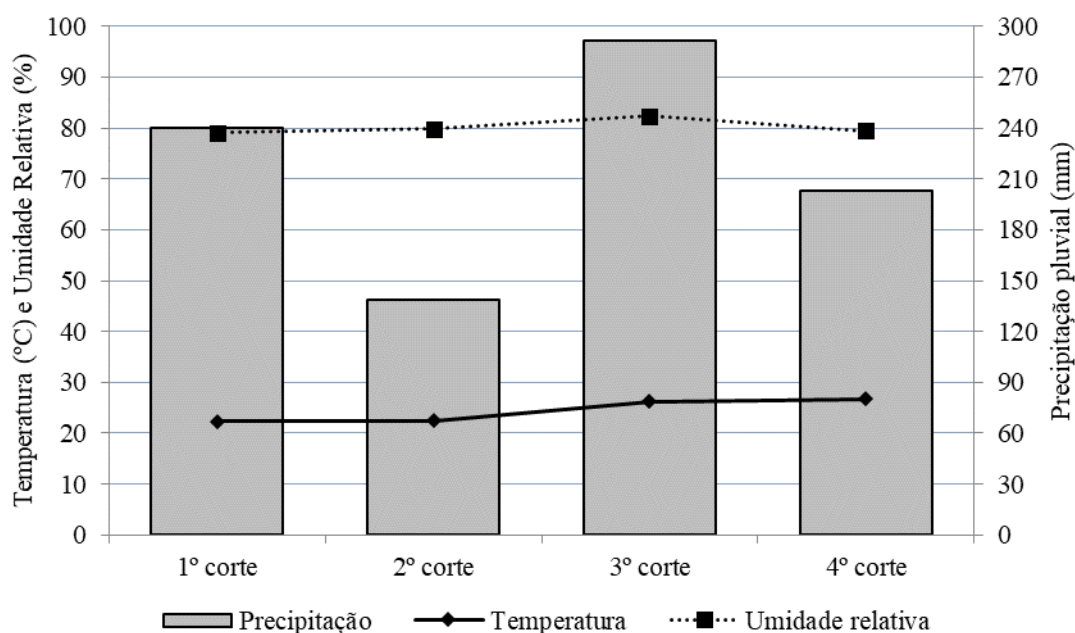
al., 2011; Silva et al., 2012; Codognoto et al., 2021). Entretanto, as avaliações ocorrem exclusivamente após tratamento ou poucos dias após aplicação do produto.

O comportamento hormético do glifosato é influenciado por fatores como submissão prévia do organismo às subdoses, como relatado por Belz, et al., (2011). Lamas (2001) demonstra o comportamento ao testar aplicação única e parcelada de reguladores de crescimento em algodoeiro, em que o parcelamento da dose proporcionou maior produtividade à cultura, quando comparado à aplicação única. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi verificar a influência do número de aplicação da subdose de glifosato em variáveis morfológicas e de produção de capim Marandu.

## 2. Metodologia

A área experimental foi instalada em janeiro de 2019, com a gramínea *Urochloa brizantha* (sinonímia *Brachiaria brizantha*), cultivar Marandu, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Câmpus Ariquemes. Os dados climatológicos compreendem o período experimental de 23 de novembro de 2020 a 17 de fevereiro de 2021 (Figura 1), apresentados em quatro períodos de avaliação, considerando frequência de colheita/corte de 21 dias.

**Figura 1** - Temperatura média (°C), umidade relativa (%) e precipitação acumulada (mm) em quatros cortes avaliativos sequenciais.



Fonte: Autores (2022).

As parcelas experimentais constituíram de sete linhas de 4 metros de comprimento, espaçamento de 50 cm entrelinhas, considerando área útil central de 7,5 m<sup>2</sup>. A subdose aplicada constituiu da pulverização de 20 g ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido (e.a.) de glifosato, concentração do produto comercial proporcional a 356 g L<sup>-1</sup>. Foram avaliados quatro tratamentos: aplicação única (após corte de nivelamento), aplicação alternada (após corte de nivelamento e após o 2º corte avaliativo, totalizando duas dosagens), aplicações sucessivas (após corte de nivelamento, 1º, 2º e 3º cortes avaliativos, totalizando quatro dosagens) e testemunha (sem aplicação de glifosato).

Os resultados da análise de solo da área, resumem-se: pH (em água) = 6,4; carbono orgânico = 2,3 dag kg<sup>-1</sup>; P e K = 2,7 e 44 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; Ca, Mg, H + Al e Al = 3,80, 1,30, 2,4 e 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; saturação por

bases (V%) = 68%; e, textura argilosa (508 g kg<sup>-1</sup> de argila). No período experimental, a adubação consistiu da aplicação de 100 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente (Townsend et al., 2012). Nas parcelas, as adubações (ureia e cloreto de potássio) foram fracionadas em quatro ocasiões: após corte de nivelamento da forrageira e, nos cortes avaliativos sequenciais, 1º, 2º e 3º.

O período experimental iniciou em 23 de novembro de 2020, realizando-se o corte de uniformização da forrageira na área experimental, a 20 cm do nível do solo, considerado a altura do resíduo pós-pastejo para o gênero forrageiro (Dias-Filho, 2012). Considerando sete dias para crescimento foliar remanescente, foi administrada a dose subletal de glifosato (20 g e.a. ha<sup>-1</sup>) utilizando pulverizador costal de compressão prévia e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Conforme tratamento, as aplicações foram realizadas ao sétimo dia do corte de uniformização e nos 1º, 2º e 3º cortes, no período matutino. Para evitar deriva, as parcelas tratadas foram isoladas com lona plástica, com altura total de 2 m. Ao 15º dia após aplicação dos tratamentos, foram realizadas coletas de amostras da biomassa aérea vegetal, em estrato superior a 20 cm do nível do solo, em área amostral equivalente a 1m<sup>2</sup>. As amostras foram pesadas, separadas em lâminas foliares e colmos (colmos+bainhas) e submetidas a secagem em estufa a 105 °C, por 24 horas, conforme Detmann et al. (2021), obtendo-se a produção de massa seca (MS) da forragem e dos componentes morfológicos, pronunciado em kg ha<sup>-1</sup> MS. A densidade volumétrica da forragem, expressa em kg cm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> (Santos et al., 2010), foi obtida da divisão da MS por altura média obtida de quatro touceiras representativas da parcela, desconsiderando o resíduo de 20 cm, e corrigido para hectare. A relação folha/colmo foi resultante do quociente entre MS de folhas e MS de colmos (adimensional) (Santos et al., 2010).

O planejamento experimental seguiu delineamento em blocos inteiramente casualizados. Os tratamentos foram reproduzidos em 8 parcelas, somando 32 unidades experimentais. Com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2019) os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando encontrada a diferença significativa entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias.

### 3. Resultados e Discussão

Altura de plantas (ALT) identificou efeito exclusivo para cortes (C) (Tabela 1). Relação folha/colmo (RFC), densidade volumétrica (DVF) e produção de matéria seca de forragem (PMS) foram afetados pelos tratamentos número de aplicações da dose subletal (N) e C, apresentando interações significativas, caracterizando interdependência entre os tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise de variância para altura (ALT), relação folha/colmo (RFC), densidade volumétrica de forragem (DVF) e produção de matéria seca (PMS) de capim marandu submetido a aplicações de dose subletal de glifosato (N) e cortes (C).

Variáveis	Aplicações (N)	Cortes (C)	N x C	CV <sup>(1)</sup>	Média geral
	----- Valor de F -----			--- (%) ---	-----
ALT (cm)	1,149 <sup>ns</sup>	76,282**	1,114 <sup>ns</sup>	8,75	64,79
RFC	4,794*	55,763**	22,336**	19,46	8,52
PMS (kg ha <sup>-1</sup> )	6,536**	45,479**	2,532*	18,71	816,13
DVF (kg cm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )	3,846*	19,372**	4,948**	14,11	18,29

<sup>(1)</sup> Coeficiente de variação. \*\*, \* e <sup>ns</sup>, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Autores (2022).

Os cortes, 2º e 3º, evidenciaram alturas máximas, diferindo significativamente dos demais (Tabela 2). As médias de altura do dossel, resultante das taxas de aparecimento e crescimento foliar, foram influenciadas por diversos fatores. Portanto, neste caso, a resposta morfofisiológica da planta forrageira foi condicionada por variáveis climáticas (Figura 1).

**Tabela 2** - Altura (ALT) de capim marandu em quatro cortes avaliativos.

Variável	Corte			
	1°	2°	3°	4°
ALT (cm)	57,81 b <sup>(1)</sup>	74,00 a	70,53 a	56,83 b

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey. Fonte: Autores (2022)

Em todos os cortes, o tratamento testemunha não recebeu aplicação de glifosato. Entretanto, no 1° corte, a RFC para testemunha não diferiu do tratamento aplicação única de glifosato (Tabela 3); mas diferiu dos tratamentos aplicações alternada e sequencial. Já no 4° corte, aplicações sucessivas (alternada e sequencial) de glifosato evidenciaram efeito significativo sobre os demais tratamentos. A molécula de glifosato reduz a ação da enzima EPSPs, responsável pela biossíntese do hormônio de crescimento vegetal, o ácido indolacético (AIA), restringindo o alongamento de caule e alterando a RFC (Codognoto et al., 2021). Como as aplicações de glifosato foram realizadas ao 7° dia após desfolha, logo após aparecimento foliar, as alterações na RFC no tratamento aplicação sequencial afetou a relação hormonal auxina/citocinina, estimulando o desenvolvimento de gemas dormentes, aumentando o número de perfilhos (Bertoncelli et al., 2018; Gitti et al., 2011; Meschede et al., 2010). Assim, aplicação alternada caracteriza estratégia tecnológica que proporciona resultado equivalente ao tratamento sequencial (quatro aplicações), com 50% do investimento operacional e do insumo (glifosato) (Tabela 3). Neste tratamento, a RFC foi superior à testemunha, equivalente a 34,8%.

**Tabela 3** - Relação folha/colmo (RFC), densidade volumétrica de forragem (DVF) e produção de matéria seca (PMS) de capim marandu, submetido a aplicações de dose subletal de glifosato e testemunha em quatro cortes avaliativos.

Aplicações de subdose de glifosato (20 g e.a. ha <sup>-1</sup> )	Corte			
	1°	2°	3°	4°
	RFC			
Testemunha (0)	15,49 aA	7,67 aB	6,28 aB	8,10 bB
Única (1 dose)	13,85 aA <sup>(1)</sup>	6,17 aB	6,19 aB	7,77 bB
Alternada (2 doses)	7,24 bB	6,82 aB	7,37 aB	10,92 aA
Sequencial (4 doses)	7,35 bB	5,56 aB	7,38 aB	12,21 aA
	DVF (kg cm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )			
Testemunha (0)	15,15 abC	17,30 bBC	18,57 aAB	21,06 aA
Única (1 dose)	12,81 bC	20,10 abAB	17,21 aB	22,21 aA
Alternada (2 doses)	17,47 aB	19,34 abB	18,45 aB	23,04 aA
Sequencial (4 doses)	15,77 abB	21,49 aA	15,24 aB	17,31 bB
	PMS (kg ha <sup>-1</sup> )			
Testemunha (0)	542,56 aB	990,28 aA	947,12 aA	593,25 bB
Única (1 dose)	671,28 aC	1.146,61 aA	979,79 aAB	903,54 aB
Alternada (2 doses)	740,71 aB	1.105,46 aA	781,62 aB	838,96 aB
Sequencial (4 doses)	559,98 aB	939,29 aA	766,04 aAB	551,56 bB

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e, maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey. Fonte: Autores (2022).

Para a variável DVF, somente o 3° corte caracterizou homogeneidade entre os tratamentos (Tabela 2). A DVF é um indicativo do acúmulo da forragem e do potencial para consumo de pastagens tropicais, sendo influenciado por altura. Forragem mais alta, como as registradas nos 2° e 3° cortes (Tabela 2), caracteriza perfilho mais longo com bainha foliar de

maior comprimento (Santos et al., 2010; Fontes et al., 2014). Assim, considerando a interceptação de 95% da luz pelo dossel, condição em que a massa de lâmina foliar verde predomina no pasto, o 4º corte registou DVF máxima, exceto para o tratamento sequencial (Tabela 3). Deste modo, altura de forragem mais baixa evidencia características estruturais de dossel mais adequadas, como produção de forragem, massa de folhas e índice de área foliar fotossinteticamente ativa proeminentes (Hodgson, 1990).

Para PMS, somente o 4º corte caracterizou efeito para número de aplicações, evidenciando diferença significativa dos tratamentos aplicações única e sequencial (Tabela 3). Entretanto, somente o tratamento aplicação alternada da dose subletal de glifosato diferiu significativamente no 2º corte sobre os demais. A PMS obtida para este tratamento, com base na média entre os tratamentos (Tabela 1), houve incremento de 35,95%. O tratamento sequencial identificou efeito deletério ou cumulativo de glifosato, observando produção mínima no 4º corte, reduzindo em até 32,42% da média geral; no entanto, não diferiu do tratamento testemunha. Bertoneceli et al. (2018) constataram efeito depressor à altura de plantas com o aumento da concentração da dose subletal do equivalente ácido de glifosato. Neste caso, ocorre situação definida como efeito transitório do herbicida (Carbonari et al., 2014), pois baixa concentração de glifosato promove paralisação parcial da enzima EPSPs, e resulta em perda do controle de retroalimentação do fluxo de carbono na rota do chiquimato (Kruse et al., 2000). Portanto, aplicações sequenciais com dose subletal não promove a produção, por não haver tempo hábil para o metabolismo do herbicida na planta. Tal situação foi observado por Meschede et al. (2010), aos 30 dias após aplicação de glifosato, constatando-se paralisação no crescimento inicial de cana-de-açúcar com a dose de 1440 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato. No entanto, aos 120 dias após aplicação, não se observou diferenciação entre os tratamentos, com altura de plantas superior a 2 metros. De tal modo, os dados evidenciam o constatado por Carbonari et al. (2014), que sob menores concentrações de glifosato, ocorre mais lenta absorção e taxa de difusão na folha, mesmo aos 21 DAA. Em gramíneas do gênero *Megathyrsus* (sinonímia *Panicum*), Lima et al. (2018) observaram que a fitotoxicidade da dose subletal de glifosato se deu até o 14º DAA, destacando efeito herbicida. Após, houve retomada do crescimento vegetativo e, emissão de novas folhas, caracterizando efeito transitório de glifosato. Portanto, aplicações sequenciais não promovem a produção, por não haver tempo hábil para o metabolismo do herbicida na planta. Como constato por Carbonari et al. (2014), dose subletal de glifosato incrementa a biomassa aérea da planta, especialmente por favorecer a RFC, e estimular o desenvolvimento de gemas inferiores, resultando em superior produtividade forrageira.

#### 4. Conclusão

Efeito estressante e transitório de dose subletal de glifosato em capim Marandu estimulou o desenvolvimento da forragem.

A aplicação alternada de dose subletal do equivalente ácido de glifosato (20 g ha<sup>-1</sup>), em colheitas sucessivas, evidenciaram efeito promotor para relação folha/colmo, densidade volumétrica e produção de matéria seca de forragem em capim Marandu. Portanto, aplicação estratégica representa prática produtiva e econômica.

#### Referências

- Barbara, G., & Ferro, D. A. M. (2020). Maturadores em cana de açúcar: comparação entre os princípios ativos dos produtos trinexapaque-etílico (Moddus) e glifosato (Roundup). *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 48571–48578. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-487>
- Belz, R. G., Cedergreen, N., & Duke, S. O. (2011). Herbicide hormesis – can it be useful in crop production? *Weed Research*, 51, 321-332. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00862.x>
- Bertoneceli, D. J., Alves, G. A. C., Furlan, F. F., Freiria, G. H., Bazzo, J. H. B., & Faria, R. T. (2018). Efeito do Glifosato no cultivo in vitro de *Cattleya nobilior* Rchb. F. *Revista Ceres*, 65(2), 165-73. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865020008>

- Brito, I. P. F. S., Tropaldi, L., Carbonari, C. A., & Veline, E. D. (2017). Hormetic effects of glyphosate on plants. *Pest Management Science*, 74(5), 1064-1070, 2017. <https://doi.org/10.1002/ps.4523>
- Calabrese, E. J., & Baldwin, L. A. (2000). The marginalization of hormesis. *Human e Experimental toxicology*, 19, 32-40. <https://doi.org/10.1177/019262339902700206>
- Carbonari, C. A., Gomes, G. L. G. C., Velini, E. D., Machado, R. F., Simões, P. S., & Castro Macedo, G. (2014). Glyphosate Effects on Sugarcane Metabolism and Growth. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 3585-3593. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.524374>
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA. (2022). *PIB do agronegócio brasileiro*. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-agronegocio-brasileiro.aspx>
- Codognoto, L. C., Conde, T. T., Faria, G. A., & Maltoni, K. L. (2021). Effect of glyphosate drift on marandu Grass. *Semina Ciências Agrárias*, 42(1), 347-360. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p347>
- Detmann, E., Silva, L. F. C., Rocha, G. C., Palma, M. N. N., & Rodrigues, J. P. P. (Orgs.). (2021). *Métodos para análise de alimentos*. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, Atlas.
- Dias-Filho, M. B. (2012). *Formação e manejo de pastagens*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 9 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 235). <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/937485/formacao-e-manejo-de-pastagens>
- Espindula, M. C., Rocha, V. S., Souza, L. T., Souza, M. A., & Grossi, J. A. S. (2010). Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32(1), 109-116. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.943>
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Fontes, J. G. G., Fagundes, J. L., Backes, A. A. B., Barbosa, L. T., Cerqueira, E. S. A., Silva, L. M., Morais, J. A. S., & Vieira, J. S. (2014). Acúmulo de massa seca em cultivares de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de desfolhação. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(3), 1425-1438. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1425>
- Gitti, D. C., Arf, O., Peron, I. B. G., Portugal, J. R., Corsini, D. C. D. C., & Rodrigues, R. A. F. (2011). Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(4), 500-507. <https://doi.org/10.5216/pat.v41i4.10160>
- Hodgson, J. (1910). *Grazing management: Science into practice*. Longman Scientific and Technical, Longman Group, London, UK.
- Kruse, N. D., Trezzi, M. M., & Vidal, R. A. (2000). Herbicidas inibidores da EPSPS: Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 1(2), 139-146. <https://doi.org/10.7824/rbh.v1i2.328>
- Lamas, F. M. (2001). Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(2), 265-272. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000200008>
- Lima, S. F., Pereira, L. S., Sousa, G. D., Vasconcelo, S. A., Jakelaitis, A., & Oliveira, J. F. A. (2018). Subdoses de glifosato na supressão de cultivares de *Panicum maximum*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 85, e0812017. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000812017>
- Marques, K. D. M., Moreira, W. C. L., Silva, J. F., Moreira, J. G. V., & Melhoraça Filho, A. L. (2020). Efeito hormético de glyphosate no crescimento inicial de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*). *Agrarian*, 13(47), 9-16. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i47.8074>
- Marques, T. A., Deltrejo Junior, E. L., Aquino, A. F., & Aquino, M. F. (2011). Glifosato como maturador durante a safra canavieira. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava, 4(3), 83-94. <https://doi.org/10.5777/paet.v4i3.1480>
- Meschede, D. K., Carbonari, C. A., Velini, E. D., Trindade, M. L. B., & Gomes, G. L. G. C. (2011). Efeitos do glyphosate nos teores de lignina, celulose e fibra em *Brachiaria decumbens*. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 10(1), 57-63. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v10i1.77>
- Meschede, D. K., Velini, E. D., & Carbonari, C. A. (2010). Efeitos do glyphosate e sulfometuron-methyl no crescimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, 28, 1135-1141. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000500021>
- Pereira, M. A. (2019). *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 19p. [https://bs.sede.embrapa.br/2019/relatorios/gadodecorte\\_marandu.pdf](https://bs.sede.embrapa.br/2019/relatorios/gadodecorte_marandu.pdf)
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M., Balbino, E. M., Silva, S. P., & Monnerat, J. P. I. S. (2010). Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(9), 1919-1927. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900009>
- Santos, M. E. R., Fonseca, D. M., Silva, G. P., Pimentel, R. M., Carvalho, V. V., & Silva, S. P. (2010). Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(10), 2125-2131. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000004>
- Silva, J. C., Arf, O., Gerlach, G. A. X., Kuryama, C. S., & Rodrigues, R. A. F. (2012). Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3), 295-302. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300008>
- Souza E. L., Cruz, P. J. R., Bonfá, C. S., & Magalhães, M. A. (2018). Plantas forrageiras para pastos de alta produtividade. *Nutri-time*, 15(4), 8272-8284. [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/Artigo\\_473.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_473.pdf)
- Townsend, C. R., Costa, N. L., Pereira, R. G. A., & Mendes, A. M. (2010). *Resposta de pastagens degradadas de Brachiaria brizantha cv. Marandu a diferentes níveis e frequências de fertilização do solo*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 5p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 363). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/884328>
- United States Department of Agriculture - USDA. (2022). *Livestock and poultry: world markets and trade*. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)