

Doses subletais de glifosato em combinação com manganês foliar na produção de capim marandu

da Cunha Codognoto, L.[®]; Telles Conde, T.; Amorim Faria, G.; Maltoni, K.L.

Instituto Federal de Educação, Científica e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Campus Ariquemes, Brasil.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Deriva.
Herbicida.
Produção.
Subdoses.
Urochloa brizantha.

ADDITIONAL KEYWORDS

Drift.
Herbicide.
Production.
Underdoses.
Urochloa brizantha.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 18.11.2019
Aceptado/Accepted: 15.06.2020
On-line: 15.07.2020
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
luciane.codognoto@ifro.edu.br

INTRODUÇÃO

A hormese é uma resposta adaptativa da planta desencadeada por perturbação inicial à homeostase, na tentativa de reparar o tecido afetado (Cedergreen et al., 2007). A hipótese de hormese possui suporte

RESUMO

A deriva do herbicida glifosato pode estimular crescimento e/ou rendimento produtivo em plantas não-alvo, caracterizando efeito hormese. Ainda, manifesta-se amarelecimento momentâneo em folhas novas, característico de deficiência nutricional. Deste modo, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito hormese por aplicação de glifosato em *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Foi avaliada a resposta produtiva aérea (PMS) e radicular (MSR) da forrageira por aplicação foliar de sete doses subletais do equivalente ácido (e.a.) de glifosato (5,40, 10,80, 21,60, 43,20, 64,80, 86,40 e 108,00, g e.a. ha⁻¹) e controle, sob ausência e presença de manganês (1000 g ha⁻¹) à calda de pulverização, em quatro colheitas sequenciais, caracterizando esquema fatorial 8 x 2 x 4, com quatro repetições. As doses subletais de glifosato com adição de manganês à calda de pulverização reduziram o efeito herbicida, com persistência de PMS durante período experimental (4 cortes). Para doses sem adição de manganês à calda de pulverização, houve falência produtiva nos cortes 2, 3 e 4, para doses 86,40 e 108,00 g e.a. ha⁻¹. A presença de manganês à calda de pulverização assegurou massa seca de raiz superior àquelas sem adição de manganês, sendo constatado efeito do herbicida nas doses igual e superiores a 43,60 g e.a. ha⁻¹.

Sublethal doses of glyphosate in combination with leaf manganese in marandu grass production

SUMMARY

The drift of the herbicide glyphosate can stimulate growth and/or productive yield in non-target plants, which characterizes a hormonal effect, with a momentary yellowing in new leaves, characteristic of nutritional deficiency. Thus, the objective of this work was to evaluate the hormonal effect of glyphosate application in *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The productive response, aerial (PMS) and root (MSR), for forage was evaluated by foliar application of seven sublethal doses of equivalent acid (e.a.) to glyphosate (5.40, 10.80, 21.60, 43.20, 64, 80, 86.40 and 108.00 g e.a. ha⁻¹) and control, in the absence and presence of manganese (1000 g ha⁻¹), in the spray solution, in four sequential harvests, featuring a factorial scheme 8 x 2 x 4, with four repetitions. The sublethal doses of glyphosate with the addition of manganese to the spray solution reduced the herbicidal effect, with persistence of PMS during the experimental period (4 cuts). For doses without manganese added to the spray solution, there was a productive failure in the cuts 2, 3 and 4, at doses 86.40 and 108.00 g e.a. ha⁻¹. The presence of manganese in the spray solution ensured a root dry mass superior to those without the addition of manganese, with an effect herbicide in doses equal to and above 43.60 g e.a. ha⁻¹.

em herbicidas originalmente desenvolvidos como regulador de crescimento, como é o caso do glifosato, e quando aplicado em doses baixíssimas, apresentam efeito estimulante à produtividade (Silva et al., 2016). O herbicida glifosato é o mais utilizado no mundo (Benbrook, 2016). É eficiente no controle de plantas

daninhas infestantes, especialmente em cultivos geneticamente modificado; portanto, resistente ao composto químico. Em consequência, cultivos não-alvos acabam recebendo deriva do produto, evidenciando que doses subletais desencadeiam estímulos em características de crescimento (Silva et al., 2009; Bertocelli et al., 2018) e/ou características internas, como teor lignina (Meschede et al., 2011; Gitti et al., 2011) e acúmulo de açúcares (Leite et al., 2009; Marques et al., 2011).

Aplicações de doses subletais, de produto químico, como o glifosato, podem resultar em melhorias das características morfofisiológicas e bioquímicas, caracterizando efeito hormese. Ocorre ação regulatória do crescimento, reduzindo o acamamento de arroz por encurtamento dos entrenós do colmo das plantas (Gitti et al., 2011), consequentemente, melhorando a relação folha/colmo de gramíneas e contribuindo para o aumento da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. Ainda, o herbicida atua na enzima 5-enolpiruvil shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), inibindo a produção de lignina, controlada pela fenilalanina, um produto chave da via do chiquimato, altamente afetada pelo glifosato (Zobiolo et al., 2010; Silva et al., 2015) e contribuindo na qualidade da forrageira para alimentação animal.

Doses subletais de glifosato apresentam-se como uma alternativa no sistema produtivo em *Urochloa decumbens*, representando um ganho na qualidade da forrageira para alimentação animal, pois melhoram a digestibilidade pela redução nos teores de lignina (Meschede et al., 2011). Apesar disso, efeitos fisiológicos em plantas tratadas com glifosato, especialmente por aplicações de doses subletais, podem resultar na degradação da clorofila, causando amarelecimento temporário em folhas recém-emergidas (Meschede et al., 2007). Ainda, os sintomas são semelhantes à deficiência de manganês (Mn), caracterizando que o glifosato pode interferir nas relações do elemento na planta. O Mn é vital no sistema fisiológico/metabólico vegetal, imprescindível à fotossíntese, à oxidação da água, assimilação de nitrogênio e precursor de enzimas, aminoácidos aromáticos, hormônios, fenóis e lignina (Campbell & Nable, 1988).

A maioria dos estudos realizados consideram períodos curtos, restringindo-se a avaliações únicas e próximas ao tempo de exposição ao glifosato e, portanto, não produziram evidências consistentes de que o efeito hormese causasse efeito significativo no aumento do rendimento produtivo (Brito et al., 2017). Ainda, é provável que a suplementação foliar de manganês possa resultar em alterações na absorção e no metabolismo em plantas por efeito deriva de glifosato. Deste modo, objetivou-se avaliar o efeito de doses subletais de glifosato, na ausência ou presença de manganês à calda de pulverização na resposta produtiva de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim Marandu), avaliadas em colheitas sequenciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Em vasos, *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim Marandu) foi cultivada e o experimento conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Câmpus Ariquemes, no período de março a agosto de 2019. Para determinar produção de matéria seca (PMS), o experimento constituiu de delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial $8 \times 2 \times 4$, em parcela subdividida no tempo, totalizando 256 observações. As parcelas principais (níveis) consistiram da aplicação foliar do herbicida glifosato, em sete subdosagens (5,40; 10,80; 21,60; 43,20; 64,80; 86,40 e 108,00 g ha⁻¹ do equivalente ácido) e controle; e, das referidas dosagens, com adição de fertilizante foliar mangânico, na proporção de 1000 g ha⁻¹ à calda de pulverização e aplicados juntos. As subparcelas, constituíram o fator tempo, totalizando 4 colheitas avaliativas sequenciais: aos 74, 94, 115 e 136 dias após a semeadura (DAS). A produção de massa seca de raiz (PMR) foi obtida de medida única, após o quarto corte avaliativo. Neste caso, seguiu análise em delineamento inteiramente casualizado, constituído de doses subletais de glifosato (sete sudosagens e controle), com ausência e presença de manganês à calda de pulverização, em esquema fatorial 8×2 , com quatro repetições, totalizando 64 observações.

O herbicida utilizado foi o equivalente ácido (e.a.), nome comercial Glifosato Nortox SL (360 g L⁻¹). O fertilizante foliar, com 56% de agente quelante, possui a seguinte composição mineral: 8% de manganês, 6,5% de enxofre, 3% de zinco, 1% de cobre e de zinco, 0,5% de boro e 0,1% de molibdênio.

As sementes de capim Marandu obtidas de amostra de lote comercial, safra 2018/2019 e valor cultural (VC) de 80%, foram semeadas em 20/03/2019. O substrato para semeadura e desempenho do experimento foi homogeneizado na proporção de 60, 26 e 14%, respectivamente, de solo de barranco (latossolo vermelho-amarelo distrófico), areia lavada e compostagem. Nos vasos, com capacidade de 7 dm³ (área superficial de 0,0314 m²), o substrato foi acomodado considerando densidade média de 1,1 kg m⁻³ e manutenção da umidade em torno de 60% da capacidade de campo. Realizada a análise da fertilidade e textura do substrato, obtiveram-se os seguintes valores: pH (em água)= 7,6; carbono orgânico= 1,0 dag kg⁻¹; P e K (Mehlich 1)= 440 e 55 mg dm⁻³, respectivamente; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹)= 5,0, 1,2 e 0,0 cmol_c dm⁻³, respectivamente; Mn e Fe= 104,9 e 133 mg dm⁻³; saturação de bases= 100%; e, textura argilosa (353, 77 e 570 g kg⁻¹, respectivamente de argila, silte e areia).

Aos 15 DAS foi realizado o desbaste, limitando-se a quatro plantas de capim por vaso. Aos 52 DAS, houve o corte de uniformização da forrageira em todas as parcelas experimentais, do estrato acima de 0,20 m do nível da superfície (Dias-Filho, 2012). Nesta ocasião (do corte de uniformização) e dos três primeiros cortes avaliativos (aos 74, 94 e 115 DAS) foram parceladas as adubações nitrogenada (ureia) e potássica (cloreto de potássio), respectivamente, totalizando 50 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (Cantarutti et al., 1999).

Aos 59, 80, 101 e 122 DAS houve a aplicação das doses subletais de glifosato, em ausência e presença de fertilizante foliar mangânico a calda pulverização. As aplicações foram realizadas utilizando pulverizador

manual de compressão prévia por CO₂, proporcionando volume de calda de 100 L ha⁻¹, correspondendo a 3,2 mL vaso⁻¹, de modo que as caldas atingissem completamente o dossel da forragem.

Com frequência de desfolhação de 21 dias, as avaliações foram realizadas aos 73 (corte 1), 94 (corte 2), 115 (corte 3) e 136 DAS (corte 4), colhendo-se a massa total da forragem verde dos vasos, a 0,20 m da superfície. Para determinar PMS e PMR, massa fresca aérea, constituída de folhas e pseudocolmo; e, massa de raízes, colhidas ao final do período experimental, foram pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até massa constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F para detectar as diferenças de todos os fatores e comparar as médias, quando encontrada diferença significativa para os fatores com dois níveis. Constatado efeito significativo, as médias dos fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão, a qualidade de ajuste dos modelos foi verificada a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo), os modelos de regressão polinomial selecionados

foram baseados nos coeficientes de determinação (R²) superiores, dentre as regressões significativas pelo teste F; e, as médias para os fatores qualitativos foram comparadas pelo teste de F, ao nível de 5% de significância, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para produção de matéria seca (PMS) houve interação entre os fatores doses subletais de glifosato (D), em ausência e presença de manganês (Mn) à calda do herbicida e colheitas/cortes consecutivos (C). As interações mostraram efeitos significativos, como indicativo de interdependência dos fatores D, Mn e C (Tabela I).

Em todos os cortes, para doses com presença de manganês à calda de pulverização, os resultados adequaram-se ao comportamento linear, caracterizando desempenho inversamente proporcional à progressão de doses subletais de glifosato (Tabela I, Figura 1), sem que houvesse prejuízo a produção forrageira nas doses avaliadas.

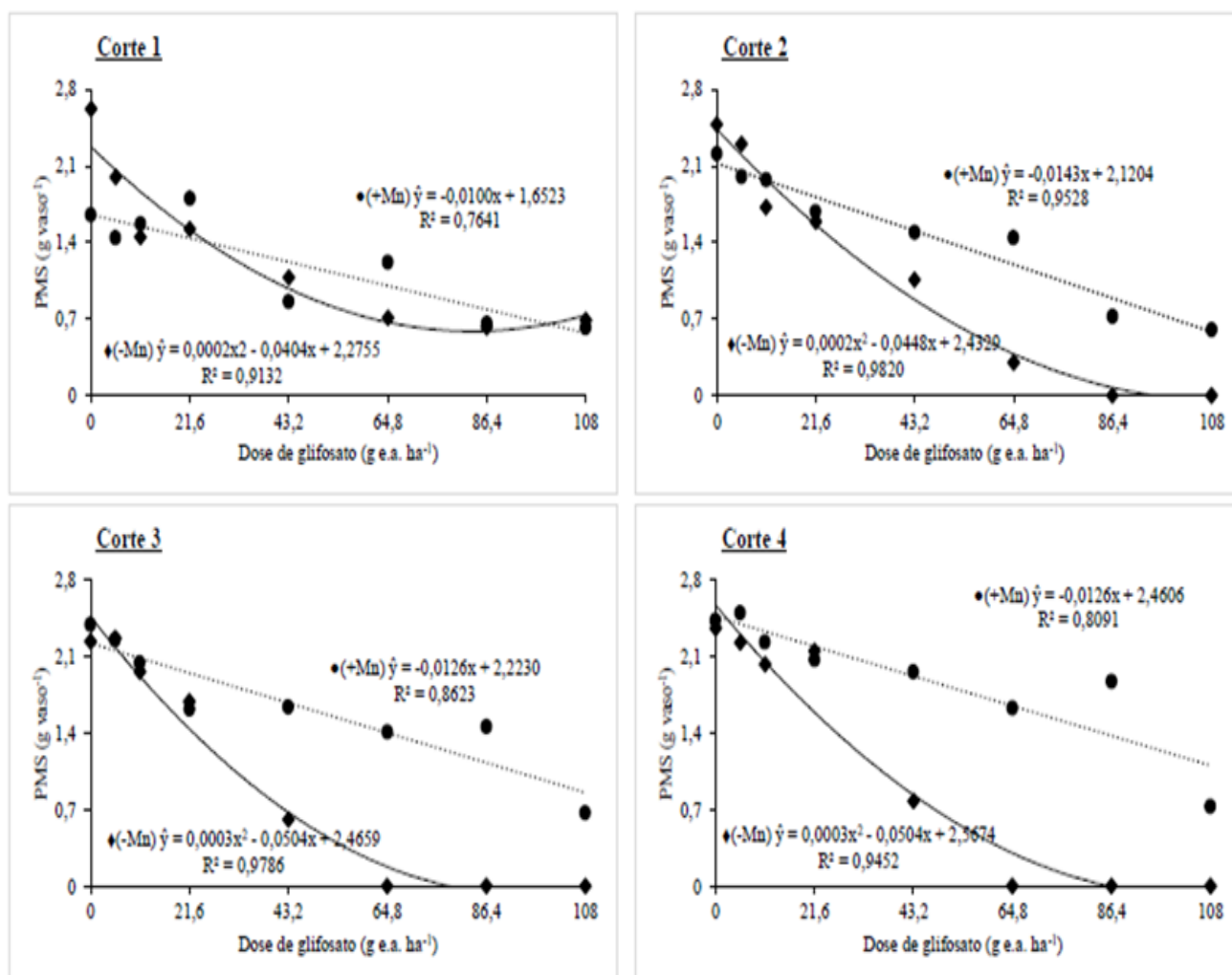


Figura 1. Equações de regressão para produção de massa seca (PMS) de capim Marandu tratado com doses subletais de glifosato (D), sob ausência (-Mn) e presença de Manganês (+Mn), em quatro cortes (C) (Regression equations for dry mass production (PMS) of Marandu grass treated with sublethal doses of glyphosate (D), under absence (-Mn) and presence of Manganese (+Mn), in four cuts (C)).

Tabela I. Valor de F calculado da análise de variância, significância e valores médios de produção de massa seca (PMS) de capim Marandu tratado com doses subletais de glifosato (D), sob ausência (-Mn) e presença de Manganês (+Mn), em quatro cortes (C), bem como coeficiente de variação (CV) e média geral (Média) (Calculated F value of variance, significance and mean values of dry mass production (PMS) of Marandu grass treated with sublethal doses of glyphosate (D), under absence (-Mn) and presence of Manganese (+Mn), in four cuts (C), as well as coefficient of variation (CV) and general mean (Mean)).

Dose (D)	Manganês (Mn)	Corte (C)	D × Mn	Mn × C	D × C	D × Mn × C	CV %	Média (g vaso ⁻¹)
213,971 **	125,148 **	13,899 **	29,093 **	33,649 **	3,987 **	3,351 **	18,34	1,39
Médias de PMS (g vaso ⁻¹)								
Dose (g e.a. ha ⁻¹)	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Corte 4	
	- Mn	+ Mn	- Mn	+ Mn	- Mn	+ Mn	- Mn	+ Mn
0,00	2,62 a	1,65 b	2,48	2,21	2,24	2,39	2,36	2,43
5,40	2,00 a	1,44 b	2,30	2,00	2,27	2,25	2,23	2,50
10,80	1,45	1,57	1,72	1,97	1,96	2,04	2,03	2,23
21,60	1,52	1,80	1,59	1,68	1,69	1,62	2,15	2,07
43,20	1,08	0,86	1,06 b	1,49 a	0,61 b	1,64 a	0,78 b	1,96 a
64,80	0,71 b	1,22 a	0,30 b	1,44 a	0,00 b	1,41 a	0,00 b	1,63 a
86,40	0,62	0,66	0,00 b	0,72 a	0,00 b	1,46 a	0,00 b	1,87 a
108,00	0,69	0,62	0,00 b	0,60 a	0,00 b	0,67 a	0,00 b	0,73 a
Valores de F da Regressão								
Linear	157,88 **	67,15 **	380,78 **	136,11 **	396,70 **	106,37 **	441,47 **	104,95 **
Quadrática	30,37 **	0,04 ns	21,27 **	0,08 ns	42,02 **	0,04 ns	29,55 **	3,47 ns
Cúbica	3,26 ns	0,73 ns	0,25 ns	0,24 ns	3,19 **	13,93 ns	12,37 **	11,24 ns
Desvio	1,95 ns	0,04 ns	2,98 ns	0,31 ns	1,06 ns	0,05 ns	1,49 ns	0,58 ns

Valores de F calculados seguidos de **, * e ns, significativos a 1%, 5% e não-significativos, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra na linha (no mesmo corte) não diferem entre si pelo teste F a 5%.

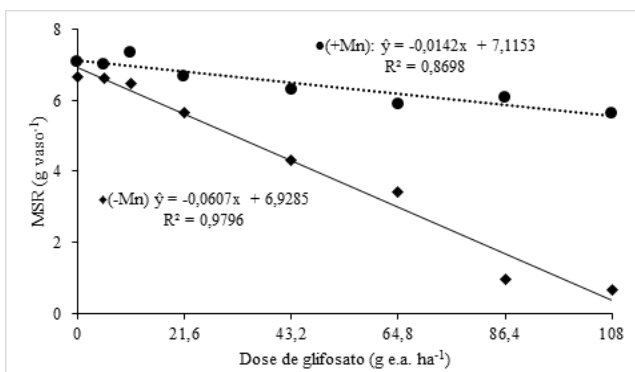


Figura 2. Equações de regressão para massa seca de raiz (MSR) de capim Marandu tratado com doses subletais de glifosato (D), sob ausência (-Mn) e presença de Manganês (+Mn) (Regression equations for root dry mass (MSR) of Marandu grass treated with sublethal doses of glyphosate (D), under absence (-Mn) and presence of Manganese (+Mn)).

Para a variável PMS foram encontradas regressões polinomiais significativas de segundo grau para todos os cortes na ausência de manganês (Tabela I e Figura 1). Nos cortes 2, 3 e 4, houve efeito herbicida para doses mais elevadas (64,80, 86,40 e 108,00 g e.a. ha⁻¹), sendo

suficientes a aniquilação da produção forrageira, inviabilizando o restabelecimento do potencial forrageiro a partir da segunda aplicação dos tratamentos. Neste caso, ocorreu efeito herbicida, em que a inibição da EPSPs à biossíntese de triptofano, fenilalanina e tirosina é paralisada e, por conseguinte, a síntese de proteínas e de outros compostos aromáticos necessários ao crescimento do tecido vegetal (Campos & Ronchi, 2015; Brito et al., 2017).

A partir do gráfico (Figura 1) dose equivalente a 64,80 g e.a. ha⁻¹, e superiores, foram suficientes à inviabilização produtiva da forrageira, evidenciado nos cortes 3 e 4. Entretanto, Moraes et al. (2019) utilizando volume de calda menos concentrado (200 L ha⁻¹) constataram que a dose 62 g e.a. ha⁻¹ reduziu em 50% o crescimento das plantas de *Urochloa decumbens*, ainda, possibilitando produção forrageira. Cabe destacar que o efeito das doses varia em função das espécies forrageiras (Brighenti et al., 2011), idade/estágio da planta (Silveira et al., 2019) e volume o vaso (Campos & Ronchi, 2015) e do volume de calda.

Nascentes et al. (2015) avaliando o efeito da aplicação deste herbicida em capim Marandu, constataram que a produção de massa seca avaliada aos 15 e 30 após

Tabela II. Valor de F calculados da análise de variância, significância e valores médios de massa seca de raiz (MSR) de capim Marandu tratado com doses subletais de glifosato (D), sob ausência (-Mn) e presença de Manganês (+Mn), bem como coeficiente de variação (CV) e média geral (Média) (Calculated F value of variance, significance and mean values of root dry mass (MSR) of Marandu grass treated with sublethal doses of glyphosate (D), under absence (-Mn) and presence of Manganese (+Mn), as well as coefficient of variation (CV) and general mean (Mean)).

Manganês (Mn)	Dose (D)		Mn × D	CV %			Média (g ha ⁻¹)	
123,864 **	30,612 **		12,324 **	14,31			5,43	
Médias de PMS (g vaso ⁻¹)								
Manganês				Doses (g e.a. ha ⁻¹)				
	0,00	5,40	10,80	21,60	43,20	64,80	86,40	108,00
-Mn	6,65 a	6,64 a	6,46 a	5,67 a	4,31 b	3,42 b	0,98 b	0,65 b
+Mn	7,08 a	7,00 a	7,36 a	6,68 a	6,31 a	5,91 a	6,10 a	5,64 a
Valores de F da Regressão								
Manganês	Linear			Quadrática			Desvio	
-Mg	277,10 **			0,03 ^{ns}			0,96 ^{ns}	
+Mg	15,34 **			0,45 ^{ns}			0,42 ^{ns}	

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de F a 5%.

aplicação dos tratamentos, proporcionou incremento nas subdoses 10,5 e 12,62 g e.a ha⁻¹ respectivamente, equivalente a 31,8% e 21,8% em relação a testemunha. Entretanto, neste trabalho não houve evidências de efeito hormese na forrageira, mesmo com adição do fertilizante foliar manganês, na forma quelatante. Os modelos matemáticos ajustados (**Figura 1**) indicam redução produtiva forrageira, evidenciado pelo coeficiente de inclinação da reta. Portanto, aplicações consecutivas, para avaliação da hormese, caracterizam efeito depressivo ao rendimento produtivo vegetal da forrageira, com déficit médio de 70% entre a dose 108 g e.a. ha⁻¹ e a controle (**Figura 1**).

Para produção de massa seca de raiz (MSR) houve interação entre os fatores doses subletais de glifosato (D), em ausência ou presença de manganês (Mn) à calda do herbicida para pulverização (**Tabela II**). As interações mostraram efeitos significativos, como indicativo de relação de dependência mútua dos fatores D e Mn.

A avaliação de massa seca de raiz (MSR) durante o período experimental caracterizou diferença para presença de manganês à calda de pulverização, a partir da dose 43,20 g e.a.ha⁻¹, confirmando o efeito herbicida constatado para PMS (**Tabela II**). Para esta variável, os modelos matemáticos ajustados (polinomial de primeiro grau), com desvio de regressão não significativo (**Tabela II**), tanto na presença como na ausência de manganês, caracterizam que no mínimo 87 % dos dados são explicados pela equação.

Sob doses mais altas (43,20, 64,80, 86,40 e 108,00 g e.a. ha⁻¹), embora as plantas não apresentassem produção aérea, a MSR caracteriza capacidade de rebrota das plantas, pois estes tratamentos receberam irrigação e adubação em conformidade aos demais tratamentos. Ainda, até o início da fase experimental, aos 52 DAS, o volume do vaso (7 dm³) e a altura de corte da forrageira a 0,20 m promoveram o desenvolvimento do sistema radicular, conferindo reservas de carboidratos

e potencializando a rebrota das plantas (Campos & Ronchi, 2015).

O glifosato é rapidamente translocado das folhas para os tecidos meristemáticos e de reserva/armazenagem (Brito et al., 2017). Deste modo, doses inferiores a 90 g e.a.ha⁻¹ não são suficientes aos sintomas de amarelecimento, necrose foliar e, consequentemente, morte da planta. Moraes et al. (2019), constataram morte total das plantas aos 21 dias após aplicação, para doses superiores a 360 g e.a. ha⁻¹.

A adição de manganês à calda de pulverização assegurou MSR superior aos tratamentos sem adição de manganês, concordando com a PMS registrada na **Tabela II**, inclusive para as doses 43,20, 64,80, 86,40 e 108,00 g e.a. ha⁻¹. Os resultados para MSR neste tratamento, ajustou-se ao modelo linear inversamente proporcional às doses aplicadas (**Figura 2**).

A presença de manganês à calda de pulverização influenciou a eficácia do herbicida. A adição de manganês à calda de pulverização atenuou o efeito deletério do glifosato, caracterizando redução do potencial do produto ao longo do período experimental (4 cortes avaliativos). O nutriente aplicado como fertilizante foliar em mistura com glifosato pode complexar em sais insolúveis, reduzindo a absorção e translocação do herbicida da folha até as raízes (Bailey et al., 2002; Bernards et al., 2005) ou permanecendo inativo mesmo após entrar no sistema vascular da planta, pois liga-se facilmente a cátions bivalentes por meio dos grupos carboxila e fosfato (Gomes et al., 2014). Assim, para as doses de glifosato estudadas, o nível de inclusão do nutriente, na proporção de 1000 g ha⁻¹, interagiu reduzindo a eficácia do herbicida.

CONCLUSÃO

A presença de manganês à calda da pulverização assegurou produção de matéria seca de capim Marandu, caracterizando prejuízo ao efeito herbicida do glifosato. Em doses exclusivas do herbicida, houve

extinção de produção de massa aérea após primeira aplicação, especialmente para as doses do equivalente ácido de glifosato 86,40 e 108,00 g ha⁻¹.

A adição de manganês à calda de pulverização assecurou massa seca de raiz sobre os tratamentos sem adição de manganês para doses do equivalente ácido de glifosato superiores a 21,60 g ha⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

- Bailey, WA, Poston, DH, Wilson, HP & Hines, TE. 2002. 'Glyphosate Interactions with Manganese', *Weed Technology*, vol. 16, no. 4, pp. 792-99.
- Benbrook, C. 2016. 'Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally', *Environmental Sciences Europe* vol. 28, no. 1, 3p.
- Bernards, ML, Thelen, KD, Penner, D, Muthukumar, RB & McCracken, JL. 2005. 'Glyphosate Interaction with Manganese in Tank Mixtures and Its Effect on Glyphosate Absorption and Translocation', *Weed Science*, vol. 53, no. 6, pp. 787-94.
- Bertoncelli, DJ, Alves, GAC, Furlan, FF, Freiria, GH, Bazzo, JHB & Faria, RT. 2018. Efeito do Glifosato no cultivo *in vitro* de *Cattleya nobilior* Rchb. F. *Revista Ceres*, vol. 65, no.2, pp. 165-73.
- Brighenti, AM, Souza, Souza Sobrinho, F, Rocha, WSD, Martins, CE, Demartini, D & Cost TR. 2011. 'Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato', *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 46, no. 10, pp. 1241-46.
- Brito, IPFS, Tripaldi, L, Carbonari, CA & Velini, ED. 2017. 'Hormetic effects of glyphosate on plants', *Pest Management Science*, vol. 1, no. 74, pp. 1064-70.
- Campbell, LC & Nable, RO. 1988. *Physiological Functions of Manganese in Plants*. In: Graham R.D., Hannam R.J., Uren N.C. (eds) 'Manganese in Soils and Plants', *Developments in Plant and Soil Sciences*, vol. 33. Springer. pp.139-54.
- Campos, AAV & Ronchi, CP. 2015. 'Interação entre tamanhos de vaso e doses de glifosato no controle de braquiária', *Planta daninha*, vol. 33, no. 4, pp. 727-38.
- Cantarutti, RB, Martins, CE, Fonseca, DM, Vilela, H & Oliveira, FTT. 1999. 'Pastagens'. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. (Ed). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5a aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, pp. 332-41.
- Cedergreen, N, Streibig, JC, Kudsk, P, Mathiassen, SK & Duke, SO. 2007. 'The occurrence of hormesis in plants and algae', *Dose-response*, no. 5, pp. 150-62.
- Dias-Filho, M. B. 2012. 'Formação e Manejo de Pastagens'. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 9p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 235).
- Ferreira, D. F. 2019. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535.
- Gitti, DC, Arf, O, Peron, I, Portugal, JR, Corsini, DCDC & Rodrigues, RAF. 2011. 'Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas', *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 41, no. 4, pp. 500-507.
- Gomes, MP, Smedbol, E, Chalifour, A, Hénault-Ethier, L, Labrecque, M, Lepage, L, Lucotte, M & Juneau, P. 2014. 'Alteration of plant physiology by glyphosate and its by-product aminomethylphosphonic acid: an overview', *Journal of Experimental Botany*, vol. 65, no. 17, pp. 4691-4703.
- Leite, GHP, Crusciol, CAC, Silva, MA & Venturini Filho, WG. 2009. 'Maturadores e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar variedade RB855453 em início de safra', *Bragantia*, vol. 68, no. 3, pp. 781-787.
- Marques, TA, Deltrejo Junior, EL, Aquino, DF & Aquino, MF. 2011. 'Glifosato como maturador durante a safra canavieira', *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, vol. 4, no.3, pp.83-94.
- Martinez, D. A.; Loening, U. E.; Graham M. C. 2018. 'Impacts of glyphosate-based herbicides on disease resistance and health of crops: a review'. *Environmental Sciences Europe*, v. 30, n. 2.
- Meschede, D.K.; Velini, E.D.; Carbonari, C.A.; Corrêa, M.R. 2007. 'Determinação do teor de lignina e celulose em amostras de *Brachiaria decumbens* submetidas à subdose de glyphosate', In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2007. vol.1, pp.82-84.
- Meschede, DK, Carbonari, CA, Velini, ED, Trindade, MLB & Gomes, GLGC. 2011. 'Efeitos do glyphosate nos teores de lignina, celulose e fibra em *Brachiaria decumbens*', *Revista Brasileira de Herbicidas*, vol.10, no.1, pp.57-63.
- Moraes, CP, Tropaldi, L, Brito, IPFS, Carbonari, CA & Velini, ED. 2019. 'Determinação da dose de controle de *Urochloa decumbens* pela aplicação de glyphosate', *Revista Brasileira de Herbicidas*, vol. 18, no. 1, pp. e618 (1-6).
- Nascentes, RF, Fagan, EB, Soares, LH, Oliveira, CB & Brunelli, MC. 2015. 'Hormesis de Glyphosate em *Brachiaria brizanta* cv. Marandú', *Cerrado Agrociências*, vol. 6, pp. 55-64.
- Silva, FM, Duke, SO, Dayan, FE, Velini, ED. 2015. "Low doses of glyphosate change the responses of soybean to subsequent glyphosate treatments". *Weed Research*, vol. 56, no. 2, 124-136.
- Silva, JC, Gerlach, GAX, Rodrigues, RAF & Arf, O. 2016. 'The impact of water regimes on hormesis by glyphosate on common bean', *Australian Journal of Crop Science*, vol. 10, no. 2, p. 237-43.
- Silva, MA, Aragão, NC, Barbosa, MA, Jeronimo, EM & Carlin, SD. 2009. 'Efeito hormético de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar', *Bragantia*, vol. 68, no. 4, pp. 973-78.
- Silveira, RR, Santos, MV, Ferreira, EA, Braz, TGS, Santos, JB, Andrade, JCA, Costa, JPR, Silva, AMS & Silva, LD. 2019. 'Controle e susceptibilidade de capim-braquiária e capim-ruziziensis ao glyphosate e fluzifop-p-butil', *Archivos de Zootecnia*, vol. 68, no. 263, pp. 403-10.
- Yamada, T & Castro, PRC. 2007. 'Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas', *International plant nutrition institute*. Informações Agrônômicas. 24p. (Boletim Técnico 119).
- Zobiolo, LHS, Bonini, EI, Oliveira, RS, Kremer, RJ, Ferrarese-Filho, O. 2010. 'Glyphosate affects lignin content and amino acid production in glyphosate-resistant soybean', *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 32, pp. 831-837.