

# Hormesis de Glyphosate em *Brachiaria brizanta* cv. Marandu

Glyphosate hormesis in *Brachiaria brizanta* cv. marandú

---

*Renan Fonseca Nascentes*<sup>1</sup>; *Evandro Binotto Fagan*<sup>2</sup>; *Luis Henrique Soares*<sup>2</sup>;  
*Cleiton Burnier de Oliveira*<sup>3</sup>; *Marcela Cristina Brunelli*<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas – Unesp/Botucatu. E-mail  
renan.nascentes@gmail.com

<sup>2</sup>Professor do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

<sup>3</sup>Pesquisador do Laboratório Farroupilha, Patos de Minas.

<sup>4</sup>Doutoranda em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas – Unesp/Botucatu.

---

**Resumo:** O glyphosate quando aplicado em baixas doses pode potencializar o crescimento e produtividade de plantas. Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da aplicação de subdoses deste herbicida em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foi utilizado delineamento em blocos ao acaso, sendo sete tratamentos compostos por subdoses de glyphosate (0; 3,6; 7,2; 14,2; 28,8; 57,6 e 115,2 g e.a ha<sup>-1</sup>) com quatro repetições. A aplicação foi realizada em pastagem já estabelecida utilizando um pulverizador costal com pressão constante mantida por CO<sub>2</sub> com um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Avaliaram-se altura de plantas, produção de massa de matéria seca (PMS), taxa de crescimento da cultura (TCC), aos 15 e 30 dias após a aplicação (DAA). A produção de massa seca avaliada aos 15 e 30 proporcionou incremento em subdoses de 10,5 e 12,62 g e.a ha<sup>-1</sup> respectivamente. Para as variáveis altura e TCC avaliadas aos 15 e 30 DAA, as subdoses que acarretaram acréscimo foram de 16,04 e 21,34 para altura e 10,51 e 17,39 g e.a ha<sup>-1</sup> para TCC. A aplicação de glyphosate em subdoses foi responsável por aumento médio de 18,8% em todas as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Forragem. Herbicida. Subdoses. Efeito hormético.

**Abstract:** The glyphosate when applied at low doses can increase the growth and plant productivity. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of low doses of this herbicide in *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. The experiment was arranged in randomized blocks design with five treatments composed of low doses of glyphosate (0; 3.6; 7.2; 14.2; 28.8; 57.6 and 115.2 g ha<sup>-1</sup>) and four replications. The application was made in pasture already established using a backpack sprayer with pressure maintained by CO<sub>2</sub> with a spray volume of 200 L ha<sup>-1</sup>. We evaluated: plant height, dry matter production (PMS), crop growth rate (TCC), volume density of forage (DVF) at 15 and 30 days after application (DAA). The dry matter production evaluated at 15 and 30 provided increment in doses of 10.5 and 12.62 g e.a ha<sup>-1</sup> respectively. For the tools

height and TCC evaluated at 15 and 30 DAA the doses that resulted increase were 16.04 and 21.34 for height and 10.51 and 17.39 g e.a ha<sup>-1</sup> for TCC. The application of glyphosate in doses accounted for an average increase of 18.8% for all variables.

**Keywords:** Forage. Herbicide. Low doses. Hormetic effect.

## Introdução

Hormesis vem do grego “*hormo*” que significa “excitar”, foi originalmente definido como um comportamento bifásico, no qual uma característica biológica é estimulada por baixas doses de um composto, mas inibida por altas doses do mesmo (BUKOWSKI; LEWIS, 2000; CALABRESE; BALDWIN, 2000; CALABRESE; BALDWIN, 2002). Alguns herbicidas são utilizados para essa finalidade, pois algumas moléculas foram desenvolvidas como reguladores vegetais (MOUSDALE; COGGINS, 1991).

O glyphosate é um herbicida sistêmico, utilizado no controle de plantas daninhas, na dessecação, e em culturas resistentes (VELINI *et al.*, 2010). Esse herbicida inibe a ação da enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase), associada à rota do ácido chiquímico. Dessa forma, impede a produção de aminoácidos essenciais como fenilalanina, tirosina e triptofano. Além de alguns metabólitos secundários como: lignina, antocianina, tanino, fitoalexina e alcaloides (TAN *et al.*, 2006; REDDY *et al.*, 2008; TAIZ e ZEIGER, 2013).

O efeito hormesis pode provocar diferentes respostas estimulatórias, que depende do produto químico que está sendo aplicado, da planta que está recebendo esse composto, e como ele age na morfologia e na fisiologia dessa planta. Alguns autores constataram o efeito de hormesis de glyphosate por meio do crescimento de plantas promovido por aplicações em concentrações subtóxicas do herbicida (SCHABENBERGER *et al.*, 1999; WAGNER *et al.*, 2003; CEDERGEEN *et al.*, 2007; CEDERGREEN, 2008; VELINI *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009; BELZ *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2013). Velini *et al.* (2008), em trabalhos com milho, soja convencional, trapoeraba (*Commelina benghalensis*), eucalipto e pinus; obtiveram resultados positivos de hormesis de glyphosate em doses variando de 1,8 a 36 g e.a ha<sup>-1</sup>.

No Brasil, a estimativa de áreas cobertas com pastagens de *Brachiaria* está em torno de 70 milhões de hectares, enquanto, apenas no cerrado, este valor é estimado em 40 milhões de hectares (IBGE, 2012). O país possui o maior rebanho comercial do mundo, é o maior exportador de carne bovina, segundo maior produtor de carne e sexto maior produtor de leite (MAPA, 2014). Nesse contexto, o estudo e produção de pastagem torna-se relevante, pois é a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os bovinos.

Diante disso, o estudo de novas tecnologias que possibilite o aumento na produtividade e na qualidade de forragem se faz necessário. Para tanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos morfológicos da aplicação de subdoses de glyphosate em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em pastagem já estabelecida no campo.

## Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a março de 2012 na Escola Estadual Agrotécnica “Afonso Queiroz”, Campus Experimental do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas-MG (18° 36' 39" S, 46° 29' 15" W a 815 m de altitude). O clima é classificado (Köppen), como tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm (SOUZA *et al.*, 2005), temperatura média anual de 21,1 °C, a máxima anual 27,8 °C e a mínima anual 16,3 °C, conforme dados da Estação Meteorológica de Sertãozinho (EPAMIG) - Patos de Minas, MG.

Utilizou-se a cultura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já estabelecida há 10 anos. Para correção e adubação, foi realizada a análise química e física do solo (Tabela 1). Antes da aplicação dos tratamentos (60 dias) foi aplicado calcário “filler” na dose de 530 kg ha<sup>-1</sup> a lanço, objetivando neutralizar o alumínio e fornecer Ca e Mg. Foi realizada adubação com 50 kg ha<sup>-1</sup> N na forma de Sulfato de Amônio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P, utilizando como fonte o Super Fosfato Simples, 7 dias antes da aplicação dos tratamentos (RIBEIRO *et al.*, 1999), momento em que também foi realizado o corte para uniformizar as plantas.

**Tabela 1** - Características físicas e químicas do solo.

pH	MO <sup>2</sup>	P-rem <sup>1</sup>	P <sup>3</sup>	K <sup>3</sup>	Ca <sup>4</sup>	Mg <sup>4</sup>	Al <sup>4</sup>	SB <sup>5</sup>
	dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
5,58	3,14	17,44	3,83	288	1,93	1,51	0,38	4,18
H+Al <sup>6</sup>	CTC(t) <sup>7</sup>	CTC(T) <sup>8</sup>	m <sup>9</sup>	V <sup>10</sup>	Argila <sup>11</sup>	Silte <sup>11</sup>	Areia <sup>11</sup>	
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			%		-----g kg <sup>-1</sup> -----			
7,87	4,56	12,05	8,34	34,66	458	344	198	

<sup>1</sup>P-rem: Fósforo remanescente; <sup>2</sup>MO: Matéria orgânica <sup>3</sup>P, K: Extrator Mehlich; <sup>4</sup>Ca, Mg, Al; Extrator KCl mol L; <sup>5</sup>SB: Soma de bases; <sup>6</sup>H+Al; Extrator SMP; <sup>7</sup>CTC(t): Capacidade de troca catiônica efetiva; <sup>8</sup>CTC(T): Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; <sup>9</sup>m: Saturação por alumínio; <sup>10</sup>V: Saturação por bases; <sup>11</sup>Textura: Método da pipeta.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram subdoses de glyphosate (360 g e.a L<sup>-1</sup>), correspondentes a 0; 3,6; 7,2; 14,8; 28,8; 57,6; e 115,2 g e.a ha<sup>-1</sup>. Cada parcela foi composta por 5 metros de comprimento e 4 m de largura, totalizando 20 m<sup>2</sup>. A aplicação do glyphosate foi realizada utilizando um pulverizador costal com pressão constante de 2,0 kgf cm<sup>-1</sup> mantida por CO<sub>2</sub> comprimido, munido de barra contendo uma ponta de jato plano tipo XR 110.02, proporcionando um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações foram realizadas aos 15 e 30 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos. A produção de massa de matéria seca (PMS, kg ha<sup>-1</sup>) foi estimada por meio do lançamento ao acaso de um quadrado de uma área útil de 1 m<sup>2</sup>, sendo as plantas cortadas rente ao solo. Em seguida, levadas para estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até atingir peso constante. A altura da pastagem foi determinada medindo-se a altura das plantas em relação ao nível do solo. Com os dados de Altura e PMS (kg ha<sup>-1</sup>), foi possível estimar a densidade volumétrica da forragem (DVF, kg ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>), dividindo-se o PMS (kg ha<sup>-1</sup>) pela Altura (cm) respectiva das plantas. A taxa de crescimento da cultura (TCC) foi determinada de acordo com a equação 1 (BENINCASA, 2003).

$$TCC = \frac{FS_2 - FS_1}{ND} \quad [1]$$

em que: TCC é a taxa de crescimento da cultura (g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), FS<sub>2</sub> é a fitomassa seca na segunda época de avaliação (kg ha<sup>-1</sup>), FS<sub>1</sub> é a fitomassa seca na primeira época de avaliação (kg ha<sup>-1</sup>), ND é o número de dias de crescimento das plantas.

Na análise estatística foi ajustado o modelo de regressão não linear para todos os dados analisados de acordo com Carvalho *et al.* (2013) equação 2, com auxílio do software estatístico Sigmaplot 12.5.

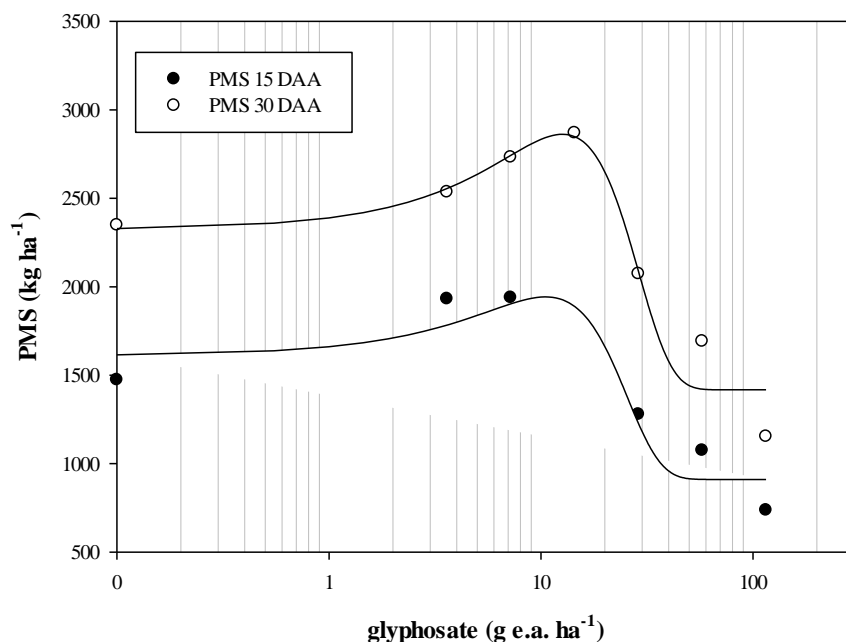
$$y = y_0 + a^{-0,50 \frac{x-x_0}{b}^2} \quad [2]$$

Onde: y = característica avaliada em resposta às doses de glyphosate; y<sub>0</sub> = menor valor; a = diferença entre y<sub>0</sub> e o máximo valor de y; x<sub>0</sub> = dose que promove o maior estímulo da característica; b = desvio padrão em x<sub>0</sub>.

## Resultados e Discussão

A subdose de glyphosate de 10,5 g e.a ha<sup>-1</sup> aos 15 DAA proporcionou incremento na produção de matéria seca de 31,8% em relação ao controle. Esse valor corresponde a uma produção máxima de 1943,1 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca (Figura 1). Aos 30 DAA, a subdose de glyphosate que acarretou em aumento na matéria seca, foi de 12,62 g e.a ha<sup>-1</sup> (Figura 1) correspondendo a um aumento 21,8% em relação ao controle. Desta forma a produção máxima de massa seca aos 30 DAA foi 2862,2 kg ha<sup>-1</sup>. Em ambas as avaliações notou-se que o glyphosate evidenciou o efeito herbicida em doses acima dos valores citados.

**Figura 1** - Produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* cv.



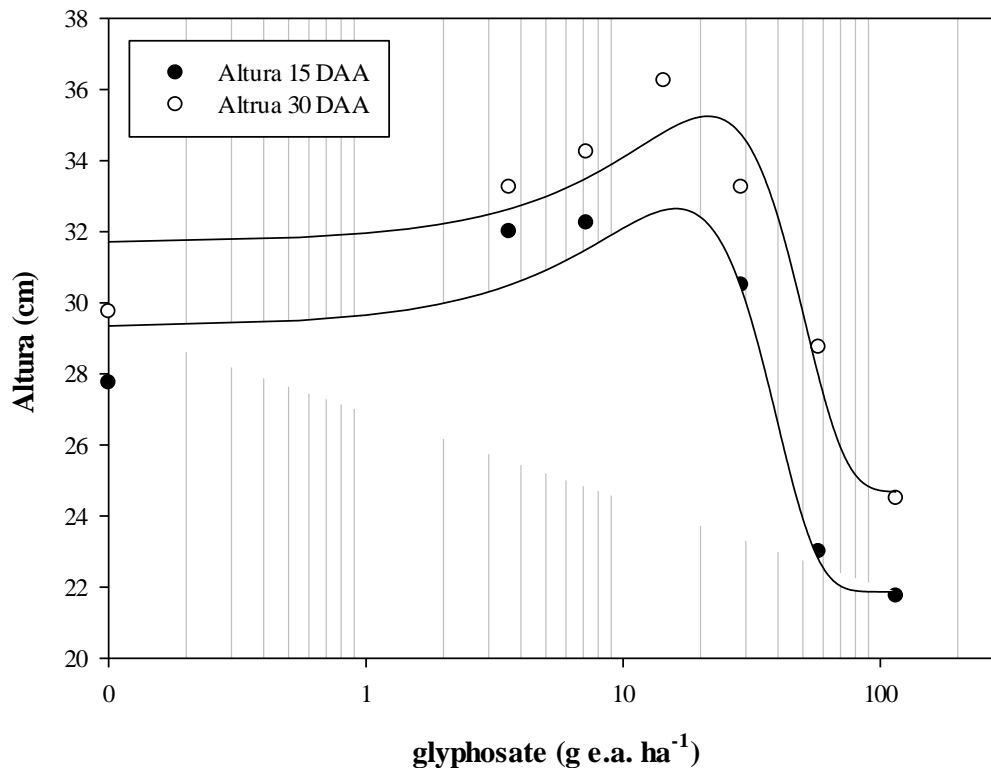
Marandu após a aplicação de subdoses de glyphosate, aos 15 DAA (●), equação:  $Y = 910,49 + 1032,62 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 12,51) / -11,90)^2)$ ,  $R^2 = 0,9141$ . E aos 30 DAA (○), equação:  $Y = 1417,2 + 1445,07 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 12,62) / -13,06)^2)$ ,  $R^2 = 0,9353$ . Patos de Minas, MG, 2015.

Resultados semelhantes foram encontrados em estudos com diferentes espécies. Trabalhando com algodão (*Gossypium hirsutum*), Furlani Junior *et al.* (2009) observaram incremento em produtividade na subdose de 23 g e.a ha<sup>-1</sup>. Silva *et al.* (2012), verificaram incremento na massa de 100 grãos de feijão até a dose de 20 g e.a ha<sup>-1</sup>. Velini *et al.* (2008) mostraram que, em média, o crescimento de milho (*Zea mays*), soja convencional (*Glycine max*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*), pinus (*Pinus caribea*), e *Commelina benghalensis* foi estimulado por doses variando entre 1,8 a 36 g e.a ha<sup>-1</sup>, sendo que a dose ótima para estimular o crescimento variou entre espécies.

A produção de matéria seca da forragem influencia de forma direta a taxa de lotação de animais por hectare (AGUIAR, *et al.*, 2006). Isso porque, para que os animais incorporem maior quantidade de massa dia<sup>-1</sup>, é necessário que estes consigam pastejar seletivamente, ingerindo a quantidade máxima de pasto, o que é influenciado diretamente pela quantidade de matéria seca ofertada (ANDRADE *et al.*, 2006; BARIONI; FERREIRA, 2007). Assim, o acréscimo no acúmulo de matéria seca permite a utilização de maiores taxas de lotações de animais por área.

Altura de plantas avaliada aos 15 DAA foi observada que a subdose de 16,04 g e.a ha<sup>-1</sup> proporcionou altura máxima de 32,6 cm (Figura 2), correspondendo a um aumento de 17,4% em relação ao controle. Aos 30 DAA, a subdose de 21,34 g e.a ha<sup>-1</sup> promoveu altura máxima de 35,2 cm (Figura 2), valor este que corresponde ao acréscimo de 9,5% em relação ao controle. Em ambas as avaliações os resultados puderam comprovar hormesis de glyphosate, entretanto subdoses acima de 15,7 e 16,2 g e.a ha<sup>-1</sup>, aos 15 e 30 DAA respectivamente, reduziram a altura.

**Figura 2** - Altura de plantas (cm) de *Brachiaria brizantha* cv.



Marandu após a aplicação de subdoses de glyphosate, aos 15 DAA (●), equação:  $y = 21,86 + 10,78 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 16,04) / -18,64)^2)$ ,  $R^2 = 0,9472$ . E aos 30 DAA (○), equação:  $y = 24,67 + 10,57 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 21,34) / -23,57)^2)$ ,  $R^2 = 0,8974$ . Patos de Minas, MG, 2015.

Os resultados corroboram com Silva *et al.* (2009) ao constatarem que subdoses abaixo de 18 g e.a. ha<sup>-1</sup> ocasionaram aumento em altura, e subdoses acima desse valor causaram reduções na altura de perfilhos em cana-de-açúcar. Em estudos com eucalipto (*Eucalyptus grandis*), Carbonari *et al.* (2007) constataram que a subdose de 3,6 g e.a. ha<sup>-1</sup> estimulou o crescimento, promovendo maior número de ramos laterais; reafirmando que a subdose ideal de glyphosate varia de acordo com a cultura.

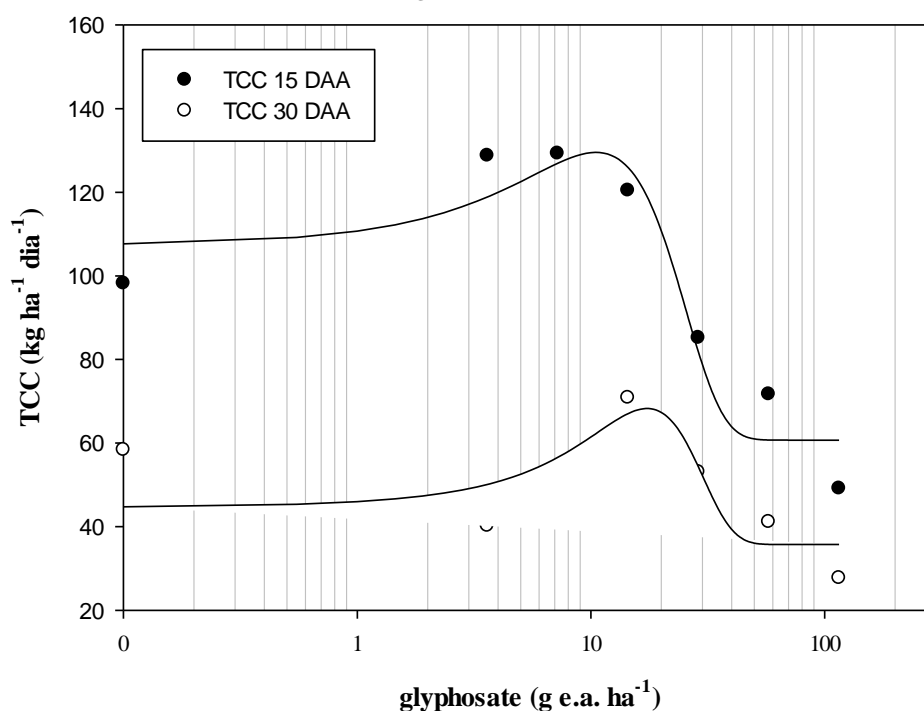
A altura é uma das características que determinam o ponto de pastejo ideal. Segundo Andrade *et al.* (2012), essa variável é fácil de ser avaliada no campo e apresenta alto nível de correlação com o nível de auto-sombreamento e produção de massa seca em pastagem. Para *Brachiaria brizantha*, dados da literatura revelam que a altura ideal para a entrada dos animais no piquete situa-se em torno de 30 cm (GOMIDE *et al.*, 2001). Dessa forma, a obtenção da altura ideal para pastejo em menor tempo pode aumentar o número de ciclos de pastejo em um determinado período.

O acúmulo de massa seca e crescimento de plantas pode estar relacionado com o sítio de ação do glyphosate, pois ele interfere diretamente na rota do ácido chiquímico atuando na enzima EPSPs. Aproximadamente 20% de todo carbono assimilado pela planta passa por esta rota, alterando, assim, o processo metabólico (MESCHÉDE *et al.*, 2009). Subdoses deste herbicida são suficientes para diminuir a

ação da enzima EPSPs, modificando de forma significativa o transporte de carbono destinado à rota do ácido chiquímico. Dessa maneira, o carbono pode ser direcionado ao crescimento.

A taxa de crescimento da cultura (TCC kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) avaliada aos 15 DAA apresentou a máxima de 129,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a dose de 10,51 g e.a ha<sup>-1</sup> (Figura 3), que corresponde a um aumento de 31,8% em relação a plantas controle. Em avaliação realizada aos 30 DAA a subdose de 17,39 g e.a ha<sup>-1</sup> apresentou uma TCC de 68,2 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> que equivale a 16,8% de incremento na TCC. Dessa forma, a maior TCC encontrada está relacionada de forma direta com o aumento da produção de massa seca e altura de plantas. Segundo Benincasa (2003), a TCC é importante por fornecer uma ideia da velocidade média de acúmulo de massa seca ao longo do período de observação. Subdoses acima da taxa máxima evidenciaram o efeito herbicida do glyphosate diminuindo a TCC.

**Figura 3** - Taxa de crescimento (TCC, kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de *Brachiaria brizantha* cv.



Marandu após a aplicação de subdoses de glyphosate, aos 15 DAA (●), equação:  $y = 60,69 + 68,84 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 10,51) / -11,90)^2)$ ,  $R^2 = 0,9141$ . E aos 30 DAA (○), equação:  $y = 35,73 + 32,52 \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - 17,39) / -10,78)^2)$ ,  $R^2 = 0,6578$ . Patos de Minas, MG, 2015.

Outro fato relatado na literatura, porém não analisado neste estudo, é o aumento na taxa de absorção e acúmulo de fósforo. A absorção de fósforo em plantas de eucalipto, soja e cana-de-açúcar foi influenciada de forma positiva pela aplicação de subdoses de glyphosate (GODOY, 2007; CARBONARI et. al, 2007). Carbonari *et al.* (2007) verificaram que o glyphosate em subdoses em torno de 1,8 g e.a ha<sup>-1</sup> promoveram importantes ganhos na absorção e acúmulo de fósforo nas folhas de eucalipto, independente do nível de fósforo no solo. Dessa forma, no presente trabalho, as subdoses de glyphosate podem ter aumentado a disponibilidade do fósforo,

consequentemente o acúmulo de matéria seca e aumento em altura, culminando no incremento da taxa de crescimento da cultura e densidade volumétrica de forragem das plantas de *Brachiaria brizantha*.

## Conclusão

A aplicação de subdoses glyphosate aumenta a produção de matéria seca, altura de plantas e taxa de crescimento da cultura de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sendo que a melhor dose variou para cada variável analisada.

## Referências

AGUIAR, A. D.; SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A. Avaliação da influencia da suplementação alimentar sobre a estimativa da taxa de lotação animal em pastagens. *Comunicado Técnico 64*. São Carlos. 2006.

ANDRADE, A.S.; DRUMOND, L.C.D.; APPELT, M.F.; MOREIRA, D.D.; ARAÚJO, F.C. DE, GOOD GOD, P.I.V. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. *Global Science and Technology*, v.5, p.56-68, 2012.

BARIONI, L. G.; FERREIRA, A. C. *Monitoramento da massa de forragem e altura para ajustes de taxa de lotação em fazenda agropecuária na região do Cerrado*. Embrapa Cerrados, 2007.

BELZ, R.G.; CEDERGREEN, N.; DUKE, S.O. Herbicide hormesis – can it be useful in crop production? *Weed Research*. v,51, p.321-332, 2011.

BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. 2. ed. Funep, Jaboticabal, Brasil, 2003. 41p.

BUKOWSKI, J. A.; LEWIS, R. J. Hormesis and health: a little of what you fancy may be good for you. *Southern medical journal*, v. 93, n. 4, p. 371-374, 2000.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining hormesis. *Human e Experimental Toxicology*, v. 21, n. 2, p. 91-97, 2002.

CALABRESE, E.J.; BALDWIN, L.A. History of chemical hormesis. *Human and Experimental Toxicology*, v. 19, p. 2-31, 2000.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDÉ, D.K.; VELINI, E.D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: Simpósio internacional sobre GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2007. v.1. 342p. p.68-70.



CARVALHO, L.B.; ALVES, P.L.C.A.; DUKE, S.O. Hormesis with glyphosate depends on coffee growth stage. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 2, p. 813-822, 2013.

CEDERGREEN, N. Is the growth stimulation by low doses of glyphosate sustained over time? *Environmental Pollution*, v.156, p.1099-1104, 2008.

CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J.C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S.K.; DUKE, S.O. The occurrence of hormesis in plants and algae. *Dose-Response*, v.5, p.150-162, 2007.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais-5ª aproximação*, 1999.

COOLEY, P. D. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of anti-herbivore defense. *Oecologia*, v. 74, p. 531-536, 1988.

DAVIS, K. R.; HAHLBROCK, K. Induction of defense responses in cultured parsley cells by plant cell wall fragments. *Plant Physiology*, n. 84, n. 4, p. 1286, 1987.

DENIS, M.H; DELROT, S. Carrier-mediated uptake of glyphosate in broad bean (*Vicia faba*) via a phosphate transporter. *Physiologia Plantarum*, v. 87, n. 4, p. 569-575, 1993.

DUKE, S.O.; CEDERGREEN, N.; VELINI, E.D.; BELZ, R.G. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?. *Outlooks on Pest Management*, v. 17, n. 1, p. 29-33, 2006.

FURLANI JUNIOR, E. *et al.* Efeito de subdoses de glyphosate na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: *Anais...* Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1295-300.

GODOY, M. C. *Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fosforo pela soja*. 2007. 43p. Dissertação (Mestrado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. de. Utilização e Manejo de Pastagens. In: MATTOS, W.E.S.; FARIA, V.P. de; SILVA, S.C. da; NUSSIO, J.C. de. *A produção Animal na visão dos brasileiros*. Piracicaba: FEALQ, 2001, p.808-825.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário 2006 Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação Segunda Apuração*. Rio de Janeiro, 2012. 774p.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano mais pecuária*. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 32 p. 2014.

MESCHEDE D. K.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; SANOMYA, R. Efeitos de baixas doses de glyphosate na nutrição de plantas. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. T. *Glyphosate*. Botucatu: FEPAF, 2009.

MOUSDALE, D. M.; COGGINS, J. R. Amino acid synthesis. In: KIRKWOOD, R. C. *Target sites for herbicide action*. New York: Premium Press, 1991.

REDDY, K.N.; RIMANDO, A.M.; NANDULA, V.K. Aminomethylphosphonic acid accumulation in plant species treated with glyphosate. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 56, n. 6, p. 2125-2130, 2008.

SCHABENBERGER, O.; KELLS, J.J.; PENNER, D. Statistical tests for hormesis and effective dosage in herbicide dose-response. *Agronomy Journal*, v.91, p.713-721, 1999.

SILVA, J. C., ARF, O.; GERLACH, G.A.X.; KURYIAMA, C.S.; RODRIGUES, R.A.F. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. V. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

SILVA, M. de A.; ARAGÃO, N. C.; BARBOSA, M. de A.; JERONIMO, E. M.; CARLIN, S. D.; Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v.68, n.4, p.973-978, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAN, S.; EVANS, R.; SINGH, B. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. *Amino acids*, v. 30, n. 2, p. 195-204, 2006.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M.C.; MESCHEDE, D.K., SOUZA, R.T., DUKE, S.O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. *Pest management science*, Londres. v. 64, p. 489-496, 2008.

VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. T. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. T. *Glyphosate*. Botucatu: FEPAF, 2009.

VELINI, E.D.; TRINDADE, M.L.B; BARBERIS, L.R.M; DUKE, S.O. Growth Regulation and Other Secondary Effects of Herbicides. *Weed Science*, v.58, n.3, p.351-354. 2010.

WAGNER, R.; KOGAN, M.; PARADA, A.M. Phytotoxic activity or root absorbed glyphosate on corn seedlings (*Zea mays* L.). *Weed Biology and Management*, v.3, p.223-232, 2003.