

Efeito da dose e da época de aplicação do glifosato na produção e na qualidade da soja RR

Effect of dosage and times of application of glyphosate on yield and qualitative in soybean RR

Carolina C. Pinto^{1*}, Carina O. Oliveira², Gabriela H. P. Américo³, Gisele H. Vazquez⁴ e Edson Lazarini³

¹Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas - UFPel/FAEM. Campus Universitário, s/n. CEP: 96160-000. Capão do Leão - RS, Brasil;

²Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo - ESALQ/USP. CEP: 13418-260. Piracicaba - SP, Brasil;

³Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista - UNESP. CEP: 15385-000. Ilha Solteira - SP, Brasil;

⁴Departamento de Fitotecnia, Curso de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO. CEP: 15600-000. Fernandópolis - SP, Brasil.

(*E-mail: carolinacpiano@ymail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15076>

Recebido/Received: 2015.06.19

Aceite/Accepted: 2015.10.30

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar possíveis alterações nos atributos produtivos e na qualidade fisiológica das sementes de soja cultivar 'BRS Valiosa RR', submetida a diferentes doses e épocas de aplicação de glifosato. Os tratamentos foram: testemunha (sem aplicação de glifosato); 540+540+0; 1080+0+0; 1080+1080+0; 2160+0+0; 0+1080+0; 0+2160+0; 540+540+1080; 540+540+2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato aplicados respectivamente nos estados de segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida e a terceira folha em desenvolvimento (V_3/V_4), sétima folha trifoliolada completamente desenvolvida (V_8) e no início da maturação das sementes (R_7). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram analisados pela ANOVA e as médias separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Conclui-se que as diferentes doses de glifosato (540, 1080 e 2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato) em diferentes épocas de aplicação (V_3/V_4 , V_8 e R_7) não interferem nos atributos produtivos e na qualidade fisiológica das sementes de soja da cv. 'BRS Valiosa RR', exceto pelo número de vagens por planta e comprimento de raiz primária na dose 2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato em V_8 .

Palavras-chave: germinação, herbicida, soja RR, transgênico, vigor.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of glyphosate on attribute yield and quality physiological of soybean seeds of the variety 'BRS Valiosa RR' at different dosages and times of application of glyphosate. The treatments were: control (without application of glyphosate); 540+540+0; 1080+0+0; 1080+1080+0; 2160+0+0; 0+1080+0; 0+2160+0; 540+540+1080; 540+540+2160 g a.i.ha⁻¹ of the glyphosate applied respectively in stadiums of the fully developed leaf at second trifoliolate node and third trifoliolate leaf developing (V_3/V_4), fully developed leaf at seventh trifoliolate node (V_8) and at the beginning of seed maturation (R_7). The experimental design was arranged in complete randomized blocks with four replicates of each treatment. The results were analyzed by performing the analysis of variance and Tukey test at 5% probability. From the results obtained it is conclude that the different doses of glyphosate (540, 1080 e 2160 g a.i.ha⁻¹ of the glyphosate) applied at different times (V_3/V_4 , V_8 e R_7) does not change productive and qualitative attributes of seeds, except number of pods per plant and primary root length in the dose 2160 g a.i.ha⁻¹ of the glyphosate at V_8 .

Keywords: germination, herbicide, RR soybean, transgenic, vigour.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é uma das principais culturas no mundo. A sua utilização como fonte de óleo, de proteína e como material de exportação tem fomentado a sua expansão. O Brasil é o segundo produtor mundial desta oleaginosa produzindo na colheita de 2013/14, 86 milhões de toneladas em 30,17 milhões de hectares, obtendo assim uma produtividade média de 2854 kg.ha⁻¹ (Conab, 2015).

De acordo com um levantamento realizado pela empresa de consultoria Safras & Mercado na safra brasileira 2011/12, houve um avanço significativo na área cultivada com cultivares de soja transgênicas resistentes ao glifosato (RR – Roundup Ready) confirmando a tendência estabelecida desde a autorização oficial que teve lugar em 2005 (Notícias Agrícola, 2012). Assim, de acordo com estes números, a área semeada com cultivares transgênicas RR alcançou 85% da área total em 2011/12 de soja no Brasil, atingindo 21,32 milhões de hectares.

A soja RR ocasionou mudanças na gestão de plantas daninhas, facilitada com a utilização de um único ingrediente ativo, o glifosato (Gazziero *et al.*, 2007). Esta tecnologia estabelece na cultura o mecanismo de resistência ao glifosato - sobre a expressão da enzima EPSPS sintase e /ou metabolismo do herbicida - enzima GOX (Duke & Powles, 2008).

Todavia ainda existem discussões e dúvidas sobre os efeitos secundários da aplicação do produto sobre a cultura. Cerdeira *et al.* (2011) discutiram o uso das cultivares resistentes sem rotação com cultivares convencionais e a aplicação excessiva do glifosato. Norsworthy e Grey (2004) constataram a ausência de efeitos negativos do glifosato na produtividade e na germinação das sementes, quando aplicado de forma sequencial. Também Reis *et al.* (2010) em estudos com diversas doses em soja RR, verificaram que ocorreu efeito fitotóxico somente nas dosagens acima da recomendada.

Santos *et al.* (2007), por outro lado, afirmaram a existência de menor desenvolvimento inicial de plantas de soja RR após a aplicação do glifosato. Existem também relatos da ocorrência de efeitos fitotóxicos ocasionados pela aplicação de glifosato como dessecante em soja resistente a este herbicida em lavouras no Oeste da Bahia (Reis *et al.*, 2010). O uso do glifosato como dessecante afeta a maturação das sementes, que não apresentam completa formação, interferindo diretamente na sua qualidade fisiológica (Gazziero *et al.*, 2007; Daltro *et al.*, 2010; Marcandalli *et al.*, 2011; Toledo *et al.*, 2012).

A grande importância da soja transgênica no mercado brasileiro justifica a realização de estudos com diferentes cultivares que possuem esta característica, com doses e épocas adequadas para aplicação correta (Foloni *et al.*, 2005; Gazziero *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007; Reis *et al.*, 2010; Pinto *et al.*, 2011). Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido visando avaliar possíveis alterações nos atributos produtivos e na qualidade fisiológica das sementes de soja cv. 'BRS Valiosa RR', submetida a diferentes doses e épocas de aplicação de glifosato.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), situada nas coordenadas geográficas 20°21'S, 51°21'W e 335 m de altitude aproximadamente. O clima da região é tipo Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) com textura argilosa (Embrapa, 2006), cultivado há vários anos com as culturas de soja e milho. No Quadro 1 encontram-se as características químicas, para a profundidade de 0 a 0,20 m do solo da área experimental.

Quadro 1 - Análise química do solo da área experimental, amostrado a 0,0 – 0,20 m, antes da instalação do experimento. Selvíria-MS, 2011

P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(CaCl ₂)	(mmol _c dm ⁻³)				(%)			
42	31	4,9	3,8	20	12	38	2	35,8	73,8	49

O delineamento experimental utilizado foi em blocos causalizados com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: testemunha (sem aplicação de glifosato); 540+540+0; 1080+0+0; 1080+1080+0; 2160+0+0; 0+1080+0; 0+2160+0; 540+540+1080; 540+540+2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato, aplicados respectivamente nos estados: segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida e a terceira folha em desenvolvimento (V_3/V_{4y}), sétima folha trifoliolada completamente desenvolvida (V_8) e no início da maturação das sementes (R_7), segundo a escala de Fehr *et al.* (1971). As parcelas foram compostas por sete linhas, compasso de 15 sementes/metro, espaçadas 0,45 m e com 30,0 m de comprimento. Como área útil, foram utilizadas as três linhas centrais, com 26,0 m de comprimento.

A sementeira foi realizada no dia 06/12/2011, no sistema de sementeira direta, onde a cultura antecessora foi o milho. A cultivar utilizada foi a 'BRS Valiosa RR', com crescimento determinado e ciclo médio de 120 dias. Antecedendo a sementeira foi realizada a dessecação das plantas infestantes com herbicida paraquato + diurão (Gramocil®, na dose de 400 + 200 g i.a. ha⁻¹) e posteriormente o uso do triturador de palha horizontal da marca Agritech com 1,30 m de corte para manejar os restos culturais. A semeadora utilizada foi a Tatu Marchesan Ultra Flex Suprema, apropriada para sementeira direta e possui sete linhas.

As aplicações do glifosato foram realizadas com pulverizador de barra (Jacto Condor 600 M12), acoplado ao trator, equipado com bicos leque 110.02 e calibrado para aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda.

No ensaio avaliaram-se os seguintes parâmetros: atributos produtivos - densidade da cultura, altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens/planta, produtividade - e a qualidade fisiológicas de sementes - germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e comprimento das plântulas.

Densidade da cultura: foi determinado pela contagem do número de plantas em 3,0 m numa das linhas da área útil de cada parcela, quando as plantas atingiram a plena maturação (R_8) (Fehr *et al.*, 1971). Nesta fase, foram colhidas, na linha da área útil da parcela, dez plantas seguidas, para determinação de altura média das plantas e inserção

das primeiras vagens, número de vagens/planta e peso de 1000 sementes.

Altura de planta: foi obtida medindo-se a distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal.

Altura de inserção de primeira vagem: foi medida a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem.

Número de vagens/planta: foram destacadas e contadas todas as vagens que apresentavam sementes, dividindo-se pelo número de plantas avaliadas.

Peso de 1000 sementes: foi obtida pela pesagem em balança de precisão (0,01 g) de 8 amostras de 100 sementes de cada parcela (Brasil, 2009). Após a pesagem, realizou-se a determinação da umidade das sementes pelo método da estufa (105 ± 3 °C) para correção da pesagem a 13% (base húmida), utilizando estufa Sterilifer CR/150.

Produtividade de sementes: na área útil da parcela, no mesmo dia da amostragem das dez plantas, foram colhidas todas as plantas de três linhas com 4,0 m de comprimento. Após o arranque, as plantas foram agrupadas em molhos e identificadas. Essas plantas, após secagem a sol, foram trilhadas mecanicamente por uma Trilhadeira Vertical Máquinas Agrícolas SB e as sementes obtidas, após terem sido retiradas as impurezas, foram pesadas numa balança de precisão (0,01g) e os dados foram reportados ao hectare (kg ha⁻¹). Após a pesagem, foi determinada por aparelho digital Gehaka Agri (G650), o teor de água das sementes para correção da produtividade a 13 % (base húmida).

Germinação: foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento em câmara de germinação Marconi MA 401 regulada para manter a temperatura constante à 25 °C, utilizando como substrato folhas de papel de filtro (Germitest). Após a montagem dos rolos, estes foram embalados em sacos plásticos e colocados na câmara de germinação na posição vertical. As avaliações foram efetuadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste (Brasil, 2009).

O vigor das sementes foi avaliado através dos testes:

Primeira contagem da germinação: foi realizada juntamente com o teste de germinação e constou do

registro da percentagem de plântulas normais, passados cinco dias após a instalação do teste.

Envelhecimento acelerado: cerca de 250 sementes, para cada tratamento, foram distribuídas sobre bandeja de tela de alumínio, fixada no interior de caixas plásticas tipo Gerbox, que funcionou como uma minicâmara. No fundo de cada caixa, foram colocados 40 mL de água destilada, sendo posteriormente levadas para uma câmara de germinação B.O.D. Marconi MA 402 a 42 °C, durante 48 horas (Marcos Filho *et al.*, 1987). Em seguida, as sementes foram colocadas a germinar da mesma forma descrita no teste de germinação, e após cinco dias realizou-se a contagem de plântulas normais, sendo feita a transformação dos dados em percentagem de germinação.

Condutividade elétrica: foi conduzido com 4 subamostras de 25 sementes para cada tratamento. Depois de pesadas, as sementes foram colocadas para embeber em um recipiente contendo 75 mL de água desionizada e mantidas em uma câmara de germinação B.O.D. Marconi MA 402 à temperatura de 25 °C durante 24 horas (Krzyzanowsky e Vieira, 1999). Após este período foi realizada a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, usando-se um condutímetro digital Digimed DM-32. O valor final da condutividade elétrica foi expresso com base no peso da amostra, ou seja, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Comprimento das plântulas: foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir do teste de germinação. Após 8 dias, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.

Peso seco de plântulas: foram avaliadas apenas as plântulas normais, obtidas a partir do teste de germinação, excluindo destas os cotilédones. As repetições de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 65 °C, até atingirem massa constante (Nakagawa, 1999). Após este período determinou-se o peso seco em miligrama por plântula.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos causalizado, com quatro repetições. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, efetuando-se a análise de variância através do

teste F e teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os tratamentos não diferiram significativamente entre si para a densidade da cultura, altura das plantas, altura de inserção, peso de 1000 sementes e produtividade (Quadro 2). Estes dados vão de encontro aos de Elmore *et al.* (2001), que concluíram que o uso do glifosato, nas doses recomendadas, não tem efeito sobre os atributos produtivos.

As doses utilizadas e as épocas de aplicação não influenciaram a densidade da cultura, apresentando uma média de 212757 plantas ha^{-1} . Segundo a Embrapa (2010) a densidade da cultura adequada para esta cultivar deve variar entre 220 a 260 mil plantas ha^{-1} , portanto obteve-se na área experimental, uma densidade próxima do recomendado. Quanto à altura das plantas, FOLONI *et al.* (2005) utilizaram doses de glifosato e dias de aplicação após a emergência diferentes do ensaio exposto, e afirmaram que o glifosato tem uma leve influência na altura das plantas, o que não se verificou neste ensaio.

Para o número de vagens por planta observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos; o tratamento com aplicação de 2160 g i.a. ha^{-1} no estado V_8 apresentou o maior número de vagens por planta, sendo significativamente superior à testemunha. A produtividade média foi de 4996 kg ha^{-1} , superior à obtida por Hirakuri (2011) em ensaios conduzidos nos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal, nas colheitas 2002/03 e 2004/05, onde a produtividade média foi de 3283 kg ha^{-1} (sendo esse resultado 65,7% menor do que o obtido no presente trabalho). No trabalho de Norsworthy e Grey (2004), onde foi aplicado glifosato de forma sequencial, também não houve efeito negativo do glifosato sobre a produtividade.

Para as análises de umidade, envelhecimento acelerado, germinação, peso seco, condutividade elétrica e comprimento do hipocótilo nota-se que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos (Quadros 3 e 4). No entanto observaram-se diferenças significativas na primeira contagem de germinação ($p < 0,05$) e no comprimento da raiz primária e comprimento total da plântula ($p < 0,01$).

Quadro 2 - Efeito do glifosato em atributos produtivos de soja - *Glycine max* (L.) Merrill cv. 'BRS Valiosa RR', Selvíria – MS, 2011/2012

Glifosato ⁽¹⁾ (g i.a. ha ⁻¹)	Densidade da cultura (plantas ha ⁻¹)	Altura da planta	Altura de inserção	Vagens por planta (n ^o)	Peso de 1000 sementes (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
		(cm)				
Testemunha	216667 ⁽²⁾	111,75	22,50	41,50 b	192,4	4983
540+540+0	185185	104,25	23,25	65,75 ab	185,5	5267
1080+0+0	218519	104,50	22,50	56,75 b	185,6	5429
1080+1080+0	231482	103,50	22,50	49,25 b	188,6	4539
2160+0+0	240741	110,75	23,25	55,00 b	186,4	5091
0+1080+0	198148	105,50	22,50	67,00 ab	188,3	4524
0+2160+0	170371	98,25	22,50	85,50 a	190,0	5216
540+540+1080	212963	107,00	25,00	52,00 b	192,9	4843
540+540+2160	240741	112,50	24,75	52,50 b	190,0	5077
Média	212757	106,44	23,19	58,36	188,9	4997
F ⁽³⁾	2,31 ^{ns}	0,901 ^{ns}	1,172 ^{ns}	5,036**	1,948 ^{ns}	0,688 ^{ns}
CV (%)	15,04	9,10	8,01	19,63	2,92	15,07
DMS-5 %	76.164	23,05	4,42	27,26	8,87	1792,14

⁽¹⁾ Os tratamentos foram aplicados por litro do produto comercial a base de glifosato (360 g i.a. L⁻¹), aplicados respectivamente em V3/V4, V8 e R7. ⁽²⁾ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade. ⁽³⁾ ns, não significativo; *, significativo a 5% e **, significativo a 1%.

Quadro 3 - Efeito do glifosato na qualidade fisiológica das sementes de soja - *Glycine max* (L.) Merrill cv. 'BRS Valiosa RR', Selvíria – MS, 2011/12

Glifosato ⁽¹⁾ (g i.a. ha ⁻¹)	Umidade	Primeira contagem	Germinação	Envelhecimento acelerado
		(%)		
Testemunha	11,04 ⁽²⁾	50,50 ab	52,50	70,50
540+540+0	10,84	67,00 a	67,00	68,50
1080+0+0	10,75	64,50 ab	66,00	70,00
1080+1080+0	10,87	55,50 ab	62,00	70,50
2160+0+0	10,78	61,50 ab	67,00	72,00
0+1080+0	11,29	56,00 ab	65,00	64,50
0+2160+0	10,86	56,00 ab	60,00	76,50
540+540+1080	11,24	45,50 b	51,00	66,00
540+540+2160	11,20	48,00 ab	56,00	60,50
Média	10,98	56,06	60,72	68,77
F ⁽³⁾	0,482 ^{ns}	3,235*	2,051 ^{ns}	1,686 ^{ns}
CV (%)	5,54	14,51	14,35	10,39
DMS-5 %	1,45	19,36	20,74	17,00

⁽¹⁾ Os tratamentos foram aplicados por litro do produto comercial a base de glifosato (360 g i.a. L⁻¹), aplicados respectivamente em V3/V4, V8 e R7. ⁽²⁾ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. ⁽³⁾ ns, não significativo; *, significativo a 5% e **, significativo a 1%.

Pode-se observar que na primeira contagem de germinação (%), o tratamento de glifosato (540+540+0 g i.a. ha⁻¹) apresentou a maior média (67%), diferindo estaticamente apenas do tratamento de glifosato (540+540+1080 g i.a. ha⁻¹) (45,5%). Porém, somente com o resultado da primeira contagem não se pode afirmar que as sementes deste tratamento possuem maior vigor que as outras, já que para os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica os tratamentos não diferiram entre si. Além disso, os resultados da primeira contagem não refletiram sobre os resultados finais de germinação, onde não ocorreram diferenças entre os tratamentos. Pinto *et al.* (2011), que também utilizaram diversas doses de glifosato em diferentes estados fenológicos, observaram diferenças significativas nos valores de germinação, onde o tratamento com 1080 g i.a. ha⁻¹ obteve a maior percentagem de germinação (94,5%). Em estudos realizados noutras culturas RR na produção de milho e canola, a aplicação de glifosato afetou a viabilidade dos grãos de pólen (Londo *et al.*, 2014; Thomas *et al.*, 2004).

Em relação ao comprimento da raiz primária pode-se verificar que existem diferenças significativas

entre os tratamentos, apresentando valores de 7,0 cm na testemunha, e de 11,25 cm no tratamento 0+2160+0 g i.a. ha⁻¹ e de 10,25 cm no tratamento 540+540+1080 g i.a. ha⁻¹ (Quadro 4). Também se observou que o glifosato teve influencia no comprimento total da plântula, apresentando a testemunha o menor comprimento (13,5 cm) e o tratamento 0+2160+0 g i.a. ha⁻¹ o maior comprimento (18,25 cm).

Norsworthy e Grey (2004), utilizando doses de glifosato em diferentes estados de desenvolvimento da cultura da soja, não obtiveram efeitos negativos na qualidade fisiológica de sementes. Entretanto, existem trabalhos que mostram a redução do vigor das sementes, como Pinto *et al.* (2011) que analisando o comprimento da raiz primária, obtiveram reduções significativas entre a testemunha moadada à mão e os tratamentos, 540+540+0, 1080+540+0, 0+1620+0, 540+0+1080 e 0+540+1080 g de glifosato, variando entre 6,0 a 12,0 cm.

Gazziero *et al.* (2007) trabalhando com duas cultivares de soja, utilizaram glifosato em pré-colheita e verificaram efeito negativo da dessecação no comprimento das plântulas em ambas as cultivares.

Quadro 4 - Efeito do glifosato na qualidade fisiológica das sementes de soja - *Glycine max* (L.) Merrill cv. 'BRS Valiosa RR'. Selvíria – MS, 2011/12

Glifosato ⁽¹⁾ (g i.a. ha ⁻¹)	Peso seco (mg plântula ⁻¹)	Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)	Comprimento		
			Raiz primária	Hipocótilo (cm)	Total plântula
Testemunha	28,25 ⁽²⁾	158,59	7,00 c	6,00	13,50 c
540+540+0	32,25	151,51	7,50 bc	6,25	13,75 bc
1080+0+0	30,00	155,29	8,75 abc	6,75	15,50 bc
1080+1080+0	33,75	146,53	8,75 abc	6,25	14,75 bc
2160+0+0	34,75	134,93	8,75 abc	6,50	15,75abc
0+1080+0	24,25	140,38	9,00 abc	6,25	15,50 bc
0+2160+0	30,25	117,78	11,25 a	7,00	18,25 a
540+540+1080	26,25	122,78	10,25 ab	5,75	16,25 ab
540+540+2160	20,50	149,20	8,50 bc	6,00	14,25 bc
Média	28,92	141,89	8,86	6,30	15,27
F ⁽³⁾	1,232 ^{ns}	1,720 ^{ns}	5,587**	1,294 ^{ns}	6,823**
CV (%)	28,86	15,31	12,24	10,90	7,29
DMS-5 %	19,86	51,69	2,58	1,64	2,65

⁽¹⁾ Os tratamentos foram aplicados por litro do produto comercial a base de glifosato (360g i.a. L⁻¹), aplicados respectivamente em V3/V4, V8 e R7. (2) Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. (3) ns, não significativo; *, significativo a 5% e **, significativo a 1%.

Assim como Toledo *et al.* (2012), que verificaram que os comprimentos da raiz primária, do hipocótilo e total das plântulas de soja foram menores quando as plantas foram dessecadas com glifosato na fase de pré-colheita das sementes. Segundo Daltro *et al.* (2010) e Marcandalli *et al.* (2011), a dessecação com glifosato afeta a qualidade fisiológica das sementes, causando efeito fitotóxico nas plântulas e principalmente nas raízes, apresentando-se atrofiadas ou pouco desenvolvidas, confirmando que a antecipação da colheita pode afetar a maturação fisiológica e consequentemente a qualidade das sementes.

CONCLUSÕES

Conclui-se que as diferentes doses de glifosato (540, 1080 e 2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato) em diferentes épocas de aplicação (segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida e a terceira folha em desenvolvimento V₃/V₄, sétima folha trifoliolada completamente desenvolvida - V₈ e no início da maturação das sementes - R₇) não interferem nos atributos produtivos e na qualidade fisiológica das sementes de soja da cv. 'BRS Valiosa RR', exceto pelo número de vagens por planta e comprimento de raiz primária na dose 2160 g i.a. ha⁻¹ de glifosato em V₈.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil (2009) – *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 395.
- Conab (2015) – *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/2015: Sétimo Levantamento – Abril/2015*. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, vol. 2, n. 7, p. 100.
- Cerdeira, A.L.; Gazziero, D.L.P.; Duke, S.O. e Matallo, M.B. (2011) – Agricultural Impacts of Glyphosate-Resistant Soybean Cultivation in South America. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, n. 11, p. 5799–5807. <http://dx.doi.org/10.1021/jf102652y>
- Daltro, E.M.F.; Albuquerque, M.C.F.; França Neto, J.B.; Guimarães, S.C.; Gazziero, D.L. P.; Henning, A.A. (2010) - Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 1 p.111-122.
- Duke, S.O. e Powles, S.B. (2008) – Glyphosate: a once in a century herbicide. *Pest Management Science*, vol. 64, n. 4, p. 319–325. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1518>
- Elmore, R.W.; Roeth, F.W.; Klein, R.N.; Knezevic, S.Z.; Martin, A.; Nelson, L.A. e Shapiro, C.A. (2001) – Glyphosate-resistant soybean cultivar response to glyphosate. *Agronomy Journal*, vol. 93, n. 2, p. 404-407.
- Embrapa (2006) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 2 ed, p. 306.
- Embrapa (2010) – *Cultivares de Soja - Minas Gerais e Região Central do Brasil Safra 2010/2011*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Parceria EMBRAPA, EPAMIG e Fundação Triângulo, p. 42-43.
- Fehr, W.R.; Caviness, C.E.; Burmood, D.T. e Pennington, J.S. (1971) - Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, vol. 11, n. 6, p. 929-931. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>
- Foloni, L.L.; Rodrigues, D.; Ferreira, F.; Miranda, R. e Ono, E. O. (2005) – Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. *Revista Brasileira de Herbicidas*, vol. 4, n. 3, p. 47-58. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v4i3.36>
- Gazziero, D.N.; Adegas, F. e Voll, E. (2007) – Glyphosate como alternativa de controle de plantas daninhas em pós-emergência na soja transgênica. In: *Simposio Internacional Amazonico sobre Plantas Daninhas*, 1, 2007, Belém. Sete Lagoas, Brasil: EMBRAPA Milho e Sorgo, p. 19 – 28.
- Hirakuri, M.H. (2011) – *Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa*. Relatórios. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina. 30 p.
- Krzyzanowski, F.C. e Vieira, R.D. (1999) – Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França-Neto, J.B. (Eds.) - *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: ABRATES, p. 4.1- 4.26.
- Londo, J.P.; McKinney, J.; Schwartz, M.; Bollman, M.; Sagers, C. e Watrud, L. (2014) – Sub-lethal glyphosate exposure alters flowering phenology and causes transient male-sterility in *Brassica* spp. *BMC Plant Biology*, vol. 14, n. 70, p. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-14-70>
- Marcandalli, L.H.; Lazarini, E.; Malaspina, I.C. (2011) - Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 33, n. 2, p. 241 - 250. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000200006>

- Marcos-Filho, J.; Cicero, S.M. e Silva, W.R. (1987) – *Avaliação da Qualidade das Sementes*. Piracicaba: FEALQ, p. 230.
- Nakagawa, J. (1999) – Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França-Neto, J.B. (Eds.) – Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: ABRATES, p. 2.1- 2.24.
- Norsworthy, J. K. e Grey, T. L. (2004) – Addition of non-ionic surfactant to glyphosate plus chlorimuron. *Weed Technology*, vol. 18, n. 3, p. 588-593.
- Noticias Agrícolas (2012) – Soja transgênica chega a 85% da área de plantio em 2011/12. [citado 2012-03]. Disponível em:
<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/103540-soja-transgenica-chega-a-85-da-area-de-plantio-em-2011-12.html>
- Pinto, C.C.; Lazarini, E.; Vazquez, G.H.; Oliveira, C.O. e Hayashi, F.K. (2011) – Doses e épocas de aplicação de glifosato em soja RR: qualidade fisiológica das sementes. *Resumos. XVII Congresso Brasileiro de Sementes*. Natal – RN, vol. 21, n 2, p. 540.
- Reis, T.C.; Neves, A.F.; Andrade, A.P. e Santos, T.S. (2010) – Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de glifosato. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. 10, n. 1, p. 38-43.
- Santos, J.B.; Ferreira, E.A.; Reis, M.R.; Silva, A.A.; Fialho, C.M.T. e Freita, M.A.M. (2007) – Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, vol. 25, n.1, p. 165-171.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100018>
- Thomas, W.E.; Pline-Srnić, W.A.; Thomas, J.F.; Edmisten, K.L.; Wells, R. e Wilcut, J. (2004) – Glyphosate negatively affects pollen viability but not pollination and seed set in glyphosate-resistant corn. *Weed Science*, vol. 52, n. 5, p. 725-734. <http://dx.doi.org/10.1614/WS-03-134R>
- Toledo, M.Z.; Cavariani, C. e França-Neto, J.B. (2012) – Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 34, n. 1 p. 134-142.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000100017>