

Desempenho agronômico da soja RR[®] em função de doses de glifosato

Agronomic performance of RR[®] soybean as a function of glifosato doses

Douglas Goulart Castro¹, Adenilson H. Gonçalves¹, Alan M. Zuffo^{2,*}, Everton V. Zambiazzi¹, Pedro M. de Rezende¹, Adriano T. Bruzi¹ e Sérgio H. M. Godinho¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Dpto. de Agricultura, CEP:37200-000, Lavras, MG, Brasil

² Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dpto. de Agronomia, Campus Chapadão do Sul, MS 306, km 105, CEP: 79560-000, Chapadão do Sul, MS, Brasil

(* E-mail: alan_zuffo@hotmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.18402>

Recebido/received: 2018.04.21

Aceite/accepted: 2019.07.31

RESUMO

O uso do herbicida glifosato afeta o balanço nutricional, a nodulação, fatores bioquímicos, fisiológicos e consequentemente podem afetar os componentes de produção da cultura da soja RR[®]. Foi objetivo neste trabalho, avaliar o efeito de doses de glifosato sobre a fitotoxidade e os caracteres agronômicos de cultivares de soja RR[®]. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 3 x 6, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três cultivares de soja RR[®] (CD 250, TMG 1174 e V-MAX) e seis doses do herbicida glifosato (0, 960, 1920, 2880, 3840, 4800 g e.a. ha⁻¹), utilizou-se o produto comercial Roundup Ready[®]. Foram avaliadas: matéria seca aérea, fitotoxidade, altura das plantas, inserção da primeira vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos. A aplicação de doses crescentes de glifosato até 4800 g e.a. ha⁻¹ ocasionou fitotoxidade em plantas de soja, todavia, não causaram injúrias suficientes a ponto de reduzir os caracteres agronômicos da soja. A maior produtividade dos grãos, foi verificado para a cultivar TMG 1174 RR em Lavras e para a cultivar V-MAX RR em Patos de Minas.

Palavras-chave: *Glycine max*, EPSPs, fitotoxidade, herbicida.

ABSTRACT

The use of glyphosate herbicide affects nutritional balance, nodulation, biochemical, physiological factors and consequently can affect the components of production of the RR[®] soybean crop. The objective of this work was to evaluate the effect of glifosato doses on the phytotoxicity and agronomic traits of RR[®] soybean cultivars. The experimental design was in randomized blocks, arranged in a 3 x 6 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of three RR[®] soybean cultivars (CD 250, TMG 1174 and V-MAX) and six doses of the herbicide glifosato (0, 960, 1920, 2880, 3840, 4800 g e.a. ha⁻¹), were used Roundup Ready[®] commercial product. They were evaluated: aerial dry matter, phytotoxicity, plant height, first pod insertion, one thousand grain mass and grain yield. The application of increasing doses of glifosato up to 4800 g e.a. ha⁻¹ caused phytotoxicity in soybean plants, however, they did not cause enough damage to reduce the agronomic characteristics of soybean. The highest productivity of the grains was verified for cultivar TMG 1174 RR in Lavras and for cultivar V-MAX RR in Patos de Minas.

Keywords: *Glycine max*, EPSPs, phytotoxicity, herbicide.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos cultivares de algodão, milho e soja, resistentes ao herbicida glifosato (RR®) tem sido destaque no cenário agrícola. No Brasil a área cultivada com adoção de eventos transgênicos já ultrapassa os 49 milhões de hectares (Céleres, 2017), fazendo com que o glifosato seja o herbicida de maior volume de vendas no mundo. A utilização deste herbicida aplicado em pós-emergência na cultura da soja RR® tem representado uma boa alternativa de controle de plantas infestantes pela eficiência e viabilidade econômica (Melhorança Filho *et al.*, 2011).

O glifosato pertence ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não seletivo (seletivo somente para culturas RR®). O sítio de ação do herbicida é a inibição da síntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) e interfere no metabolismo secundário de plantas (Petter *et al.*, 2016). Apesar das plantas de soja com a transgenia RR® apresentarem a enzima chave (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase - EPSPs) insensível ao herbicida, este pode causar *stress* e/ou efeito fitotóxico, afetando a nodulação, a eficiência no uso da água, a fotossíntese e a absorção de nutrientes (Zobiolo *et al.*, 2010; Zuffo *et al.*, 2014; Petter *et al.*, 2016). Plantas submetidas a *stress*, inibem o crescimento, o desenvolvimento (Taiz *et al.*, 2017) e, conseqüentemente podem reduzir a produtividade dos grãos.

Há alguns estudos sobre efeitos secundários do uso de glifosato na soja RR®, todavia os resultados são controversos. Parte dos estudos, reportaram que o uso de glifosato não afeta a produtividade dos grãos da soja (Stefanello *et al.*, 2011; Alonso *et al.*, 2013; Pinto *et al.*, 2016). Por outro lado, pesquisas têm reportado que a aplicação de glifosato na

soja RR® tem ocasionado perdas no rendimento da cultura (Santos *et al.*, 2007; Albrecht *et al.*, 2008; Melhorança Filho *et al.*, 2010). A magnitude de intensidade das respostas fisiológicas está intimamente relacionada às características intrínsecas dos cultivares de soja RR® (Zablotowicz e Reddy, 2004). Assim, as diferenças observadas nos estudos podem ser atribuídas aos cultivares de soja RR® utilizados, nos quais, esses efeitos se evidenciam de maneira distinta. Portanto, as alterações nas plantas de soja provocadas pela aplicação do glifosato podem ou não afetar os componentes de produção da cultura.

Portanto, apoiado na hipótese de que a aplicação de glifosato afeta o balanço nutricional, fatores bioquímicos, fisiológicos e a nodulação, conseqüentemente podem afetar os componentes de produção da cultura da soja RR®. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de doses de glifosato sobre a fitotoxicidade e os caracteres agrônômicos de cultivares de soja RR®.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado em Lavras e Patos de Minas, ambos no estado de Minas Gerais/Brasil, durante a safra 2014/15. O município de Lavras está situado à latitude de 21°14' S, longitude 45°00' W, altitude de 918 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico. Já o município de Patos de Minas, situado à latitude de 18°29' S, longitude 46°26' W, altitude de 1074 m, em um solo classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico. A composição química do solo e os dados de precipitação e temperatura, nos dois locais são apresentados no Quadro 1 e na Figura 1, respectivamente.

Quadro 1 - Principais propriedades químicas do solo utilizado nos experimentos

Safra	pH	MO	P _{Mehlich-1}	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	V
	H ₂ O	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				%
Lavras	5,9	2,6	7,2	0	2,9	4,7	1,3	0,3	9,2	68
Patos de Minas	5,8	2,6	46,9	0	3,6	1,5	0,8	0,2	6,2	42

MO: Matéria orgânica. H + Al: acidez potencial CTC: Capacidade de troca de cations à pH 7,0. V: Saturação de bases.

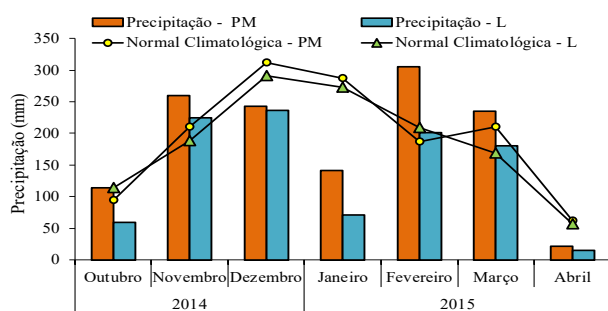


Figura 1 - Médias mensais de precipitação pluviométrica e normal climatológica (1981-2010), ocorridas em Patos de Minas-MG (PM) e Lavras-MG (L), durante a realização do ensaio na safra 2014/2015. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 3×6 , com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três cultivares de soja RR[®] (CD 250 - hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 5,5; TMG 1174 - hábito de crescimento determinado, grupo de maturação 7,4; e, V-MAX - hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6,2) e seis doses do herbicida glifosato (0, 960, 1920, 2880, 3840, 4800 g e.a. ha⁻¹), utilizou-se o produto comercial Roundup Ready[®] (480 e.a. g/L), cuja a formulação é concentrado solúvel. Para a testemunha (ausência de glifosato) o controle de plantas infestantes foi realizado por meio capina manual. A aplicação do herbicida glifosato foi realizada em pós-emergência da cultura, aos 25 dias após a emergência (DAE) utilizando-se um pulverizador costal, mantido com pressão constante por CO₂ comprimido, constituído de barra com 4 bicos de pulverização do tipo XR 11002 VS, espaçados de 0,5 m e pressão de trabalho de 206,84 KiloPascal. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras com 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m, sendo utilizadas como área útil apenas as duas fileiras centrais.

Implantação e Condução do experimento

A instalação dos ensaios seguiu o sistema de sementeira direta, com dessecação previa da área com 2 L ha⁻¹ de glifosato. Em seguida, realizou-se a adubação com semeadora, na quantidade de

350 kg ha⁻¹ do formulado de N-P₂O₅-K₂O (02-30-20). A sementeira foi manual realizada na segunda quinzena de novembro de 2014. A inoculação foi realizada nos sulcos de sementeira com *Bradyrhizobium japonicum* na proporção de seis vezes a dose recomendada para o tratamento via sementes (2 mL kg⁻¹ de semente). A densidade de sementeira foi de 15 sementes por metro linear.

Para o controle de doenças foi realizada aplicações preventivas de fungicidas. Os fungicidas utilizados foram piraclostrobina (250 g/L) do produto comercial Comet[®], na dose de 0,5 L/ha, piraclostrobina (133 g/L) + epoxiconazol (50 g/L) na dose de 0,5 litros do produto comercial Opera[®] por hectare e azoxistrobina (200 g/L) + ciproconazol (80 g/L) na dose de 300 mL de produto comercial Priori Xtra[®] por hectare, com volume de cada de 200 L/ha. O controle de pragas foi realizado, quando necessário, com a utilização do inseticida, com ação ovicida e larvicida, teflubenzurão (150 g/L) na dose de 50 mL/ha do produto comercial Nomolt[®] 150, cujo volume de calda foi de 200 L/ha e os inseticidas de contato cipermetrina (250 g/L) do produto comercial Cipermetrina Nortox[®] 250 EC e clorpirifós (480 g/L) do produto comercial Lorsban[®] 480 BR na dosagem de 120 e 250 mL/ha, respectivamente.

Mensuração das avaliações

No início do florescimento (estádio R₁, conforme Fehr *et al.*, 1971) foram avaliadas em cinco plantas por parcela: matéria seca aérea (g planta⁻¹) - as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas para secar em estufa à 65 °C por 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g; Fitotoxidade - foi baseado no modelo proposto e adaptado por Martins *et al.* (2004), na qual adotou-se uma metodologia semelhante à aplicada para caracterização dos sintomas de doenças foliares de final de ciclo em soja. A avaliação foi realizada por duas pessoas separadamente por meio de uma ficha de classificação, aos 7, 14 e 21 DAA (Dias após a aplicação). Como diagrama estabelecido para a quantificação dos sintomas da fitotoxidade apresentava uma amplitude de área foliar atingida, para efeito de análise estatística considerou-se o valor médio da percentagem de área foliar acometida na amplitude de cada nota atribuída.

Por ocasião da colheita (estádio R₈, conforme Fehr *et al.*, 1971) foram obtidos em cinco plantas por parcela as seguintes variáveis: altura das plantas (cm) - determinada da superfície do solo até à inserção da última folha com auxílio de uma régua graduada; inserção do primeira vagem (cm) - determinada da superfície do solo até à inserção do primeira vagem. A colheita foi realizada manualmente e a debulha mecânica com auxílio de trilhadora Vencedora modelo Maqtron®. Em seguida, determinou-se a massa de mil grãos (g) - de acordo com a metodologia descrita em Brasil (2009) e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) - padronizada para umidade dos grãos de 13%.

Análises Estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de verificação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) conjunta foi realizada adotando o modelo estatístico e o procedimento de análise semelhante ao apresentado por Ramalho *et al.* (2012), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFPA, Lavras, MG, BRA). Para a variável fitotoxidade foi utilizada a análise de regressão e as equações significativas com os maiores coeficientes de determinação (teste F, $p < 0,05$) foram ajustadas. A análise de regressão foi realizada usando o software SigmaPlot 11.0 para Windows (Systat Software, Inc., San José, CA, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância não mostraram efeitos significativos ($p > 0,05$) para as interações ($C \times D$, $L \times D$, $C \times L \times D$) para nenhuma das características avaliadas (Quadro 2). Já para a interação $C \times L$ houve efeito significativo apenas para altura de plantas, massa seca aérea, inserção primeira vagem e produtividade dos grãos. Portanto, os resultados são apresentados separadamente para os principais efeitos das cultivares, local e doses de glifosato que não apresentaram interação significativa. A ausência das interações significativas entre

o fator doses com os demais indicam que a aplicação de glifosato apresenta resposta coincidentes nas cultivares de soja RR®, independentemente do local de produção.

Quadro 2 - Análise de variância conjunta da fitotoxidade aos 7 dias após aplicação do herbicida glifosato (F7DAA), fitotoxidade aos 14DAA (F14DAA), fitotoxidade aos 21DAA (F21DAA), altura de plantas (APL), matéria seca aérea (MSA), inserção do primeira vagem (IPV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade dos grãos (PG) em plantas de soja RR®, obtidas no ensaio com cultivares de soja, doses de glifosato e local de produção no ano agrícola 2014/2015

Fontes de variação	F7DAA	F14DAA	F21DAA	APL	MSA	IPV	MMG	PG
Teste F	Probabilidade > F ¹							
Cultivar (C)	**	NS	NS	NS	**	**	**	**
Local (L)	**	NS	NS	**	**	*	**	**
Dose (D)	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS
C × L	NS	NS	NS	*	**	**	NS	**
C × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
L × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C × L × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	29,90	28,75	28,72	22,73	9,87	17,46	8,13	17,91

¹ Teste F de Fisher-Snedecor. ** e * significativo a 1 e 5% de acordo com o teste F; NS - Não significativo; CV - coeficiente de variação.

Efeito do glifosato na fitotoxidade das plantas

Observou-se efeito fitotóxico do glifosato à cultura apenas foram mais evidentes aos sete dias após a aplicação (DAA) nas fontes de variação local e cultivar (Quadro 3). Sendo que, os danos visuais às plantas, foram mais elevados em Lavras e nas cultivares CD 250 RR e V-MAX RR. Aos 14 DAA constatou-se que o nível de injúria foi reduzido. Esta recuperação seguiu-se ao longo do ciclo da cultura, quando aos 21 DAA, detectou baixo sintoma de fitotoxidade à cultura. Para Zablotowicz e Reddy (2004) o grau de intensidade das respostas fisiológicas está intimamente relacionado às características intrínsecas dos cultivares de soja RR®. Adicionalmente, a sensibilidade das cultivares de soja RR® ao glifosato é variável e normalmente não excede sete dias após a aplicação do herbicida (Petter *et al.*, 2007).

Quadro 3 - Valores médios da fitointoxicação visual em plantas de soja, após a aplicação de herbicidas e a emergência da cultura em plantas de soja RR[®], obtidas no ensaio com cultivares de soja, doses de glifosato e local de produção no ano agrícola 2014/2015

Fatores	Fitotoxicidade aos 7 DAA** (%)	Fitotoxicidade aos 14 DAA** (%)	Fitotoxicidade aos 21 DAA** (%)
<u>Local¹</u>			
Lavras	15,72 a	7,25 a	0,77 a
Patos de Minas	5,87 b	8,64 a	2,20 a
<u>Cultivar²</u>			
CD 250 RR	13,86 a	7,36 a	1,52 a
TMG 1174 RR	7,72 b	6,97 a	1,42 a
V- MAX RR	10,80 a	9,52 a	1,52 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra não têm diferença, de acordo com o teste F.

² Médias seguidas pela mesma minúscula na coluna são do mesmo grupo, de acordo com teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao efeito fitotóxico das doses de glifosato, constatou-se que houve efeito significativo em todas as avaliações (Figura 2). Percebe-se também que em todas as doses há recuperação nos sintomas de fitotoxicidade. De modo, geral, todas as doses ocasionaram efeito negativo, sendo mais pronunciados nas doses de 3840 e 4800 g e.a. ha⁻¹. Tais achados são diferentes dos verificados por Procópio *et al.* (2007), os quais observaram que a aplicação isolada de glifosato nas doses de 480, 960 e 1.440 g e.a. ha⁻¹ não causaram toxicidade em plantas de soja RR[®].

Normalmente, o dano direto do glifosato nas folhas se caracteriza por uma clorose conhecida

como *yellow flashing* (Petter *et al.*, 2016). Esse efeito pode estar associado à complexação do glifosato com alguns nutrientes (Coutinho e Mazo, 2005), reduzindo a disponibilidade momentânea desses para as reações metabólicas nas células. Todavia, os efeitos do glifosato podem se estender além de clorose, afetando o metabolismo fisiológico como redução da taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática (Zobiole *et al.*, 2010).

Cabe salientar que nas avaliações aos 14 e 21 DAA houve aumento da porcentagem de área foliar e as plantas manteve o seu crescimento comparando as doses do herbicida utilizado, mas os níveis de fitotoxicidade reduziram quando comparado aos 7 DAA. Resultados deste trabalho corroboram com Alonso *et al.* (2013), na qual os sintomas perceptíveis visualmente na parte aérea, como amarelecimento das folhas superiores e que geralmente não são observados durante todo o ciclo da soja, apresentam a tendência de desaparecer em torno de 20 dias após a aplicação. De acordo com Cakmak *et al.* (2009), a persistência desse sintoma clorótico depende da habilidade da planta de se recuperar pela absorção radicular dos elementos que foram imobilizados pelo glifosato nos tecidos foliares. Para Reddy *et al.* (2004), esse sintoma indesejável na soja RR[®] é atribuído à acumulação de AMPA (ácido aminometilfosfônico), primeiro metabolito fitotóxico do glifosato, o qual é um dos responsáveis pela diminuição da biomassa seca da parte aérea e raiz e do teor de clorofila (Zablotowicz e Reddy, 2004).

Efeito do glifosato nos caracteres agrônômicos

Os resultados reportaram efeitos significativos entre as cultivares de soja (C) para as variáveis matéria seca aérea, inserção da primeira vagem, peso de mil grãos e produtividade dos grãos (Quadro 4). O efeito das cultivares nas características agrônômicas da soja também foi verificado por Soares *et al.* (2015) e Felisberto *et al.* (2015). Os autores, atribuem estas variações as diferenças no potencial genético, hábito de crescimento, e outras características intrínsecas de cada cultivar.

De maneira geral, todas as variáveis foram influenciadas pelo fator local de produção de soja. O efeito do local de produção da soja nas características

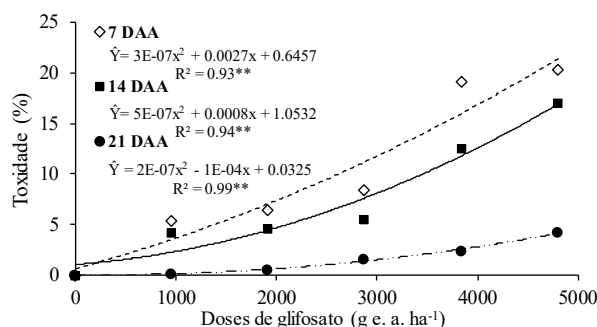


Figura 2 - Valores médios da fitointoxicação visual em plantas de soja RR[®], após a aplicação de doses do herbicida glifosato, obtidas no ensaio com cultivares de soja, doses de glifosato e local de produção no ano agrícola 2014/2015.

Quadro 4 - Análise variância conjunta e valores médios para os caracteres agrônômicos de três cultivares de soja, doses de glifosato e local de produção durante o agrícola 2014/2015

Fatores	Altura de plantas (cm)	Matéria seca aérea (g planta ⁻¹)	Inserção 1ª vagem (cm)	Massa Mil grãos (g)	Produtividade dos grãos (kg ha ⁻¹)
Local¹					
Lavras	53,4 b	8,2 b	9,4 b	136,5 b	2598,2 a
Patos de Minas	62,2 a	12,3 a	10,3 a	154,5 a	2251,1 b
Cultivar²					
CD 250 RR	55,9 b	10,3 b	8,23 b	143,7 b	1956,9 c
TMG 1174 RR	58,6 a	8,2 c	10,8 a	119,1 c	2772,6 a
V- MAX RR	58,9 a	12,2 a	10,6 a	173,6 a	2544,4 b
Dose (g.e.a.ha⁻¹)					
0	57,4	9,6	9,9	144,8	2143,5
960	59,1	10,0	10,1	143,7	2444,2
1920	57,2	10,2	9,7	139,5	2564,7
2880	57,4	10,1	9,5	151,1	2483,3
3840	58,8	10,6	10,0	149,6	2521,9
4800	56,9	10,7	10,0	144,2	2390,2

¹ Médias seguidas pela mesma letra não têm diferença, de acordo com o teste F.

² Médias seguidas pela mesma minúscula na coluna são do mesmo grupo, de acordo com teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

agrônômicas é destacado na literatura (Soares *et al.*, 2015; Zambiazzi *et al.*, 2018) e corrobora com os relatos evidenciados no presente trabalho. Os locais são importantes para o cultivo de soja, pois os dois locais eram distintos no que se referem as características de altitude, latitude e longitude, e apresentaram variações de precipitação e temperatura durante a condução dos ensaios (Figura 1), sendo estes fatores essenciais para a produção de grãos (Castro *et al.*, 2017). Para os locais de produção, fica evidente que o ambiente de Lavras propiciou maior produtividade dos grãos de soja (Quadro 4).

Para as doses de glifosato Roundup Ready® (480 e. a. g L⁻¹), observou-se que não houve efeito significativo nos caracteres avaliados, ou seja, o herbicida glifosato, na formulação estudada, não influenciou os caracteres agrônômicos de soja RR®. Ausência do efeito de doses de glifosato nos componentes de produção da soja também foi observado por Alonso *et al.* (2013) e Pinto *et al.* (2016).

Neste estudo também foi observado interação significativa entre cultivares e locais de produção da soja, evidenciando assim que as cultivares apresentaram desempenho não consistente nos locais de produção. Estes resultados confirmam os relatos apresentados por Silva *et al.* (2016) e Zambiazzi *et al.* (2017), os quais, constaram interação significativa dos cultivares e locais na produtividade da soja.

Quanto a interação cultivares x locais, pode-se destacar para a matéria seca aérea a cultivar V- MAX RR apresentou maiores valores médios nos dois locais (Quadro 5). Em relação ao local de produção da soja, independentemente da cultivar, Lavras propiciou plantas com maior matéria seca aérea, altura de plantas e, maior inserção da primeira vagem na cultivar V-MAX RR.

Para à altura de plantas, nota-se que no local de lavras não houve diferenças significativas entre as cultivares. Já, para o local Patos de Minas a cultivar V-MAX RR apresentou maiores valores médios (65,59 cm). Este dado assemelha ao proposto para cultivares comerciais, que preconiza-se que as cultivares de sojas modernas apresentem altura de planta entre 60 a 110 cm, não apenas para alta produtividade, mas também para elevado rendimento operacional da colhedora (Shigihara e Hamawaki, 2005). A altura de plantas é um aspecto

Quadro 5 - Valores médios do desdobramento da interação cultivares x locais para os caracteres agrônômicos de três cultivares de soja e dois locais de produção durante o agrícola 2014/2015

Cultivar	Matéria seca aérea (g planta ⁻¹)		Altura de plantas (cm)		Inserção 1ª vagem (cm)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	LA	PM	LA	PM	LA	PM	LA	PM
CD 250 RR	8,53 bB	12,14 bA	52,47 aB	59,31 bA	8,79 bA	7,68 cA	1881,31 cA	2032,65 bA
TMG 1174 RR	7,04 bB	9,45 cA	55,61 aB	61,60 bA	10,64 aA	11,03 bA	3298,12 aA	2247,12 bB
V- MAX RR	9,11 aB	15,29 aA	52,21 aB	65,69 aA	8,94 bB	12,24 aA	2615,31 bA	2473,54 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade. LA - Lavras; PM - Patos de Minas.

agronômico que é amplamente relacionado não só a rendimento de grãos, mas também ao controle de plantas infestantes e seus métodos de gestão.

Em relação às médias de inserção da primeira vagem e produtividade dos grãos, as cultivares que apresentaram maiores estimativas foram a TMG 1174 RR em Lavras e a V-MAX RR em Patos de Minas. Os valores de inserção da primeira vagem foram 10,64 cm e 12,24 cm, respectivamente. Estas cultivares se enquadram no que foi proposto por Valadão Júnior *et al.* (2008), a qual recomenda altura da primeira vagem igual ou superior a 10 cm para se obter um alto rendimento operacional de colheita.

Cabe salientar, que embora houve efeitos negativos das doses de glifosato na fitotoxicidade aos 7 e 14 DAA em plantas de soja RR®, durante o estado vegetativo das plantas. Tais efeitos, não causaram injúrias suficientes a ponto de reduzir os caracteres agronômicos da soja.

CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescentes de glifosato até 4800 g e.a. ha⁻¹ ocasionou fitotoxicidade em plantas de soja, todavia, não causaram injúrias suficientes a ponto de reduzir os caracteres agronômicos da soja, definidos pela altura de plantas, matéria seca aérea, inserção da primeira vagem, massa de mil grãos e a produtividade dos grãos.

A maior produtividade dos grãos, foi verificado para a cultivar TMG 1174 RR (grupo de maturação 7,4) em Lavras e para a cultivar V-MAX RR (grupo de maturação 6,2) em Patos de Minas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsas de Mestrado e Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrecht, L.P.; Braccini, de L.; Scapim, C.A.; Aguiar, C.G. de; Ávila, M.R. & Stülp, M. (2008) - Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. *Scientia Agraria*, vol. 9, n. 4, p. 445-454. <https://doi.org/10.5380/rsa.v9i4.12476>
- Alonso, D.G.; Constantin, J.; Oliveira Jr., R.S.; Santos, G.; Dan, H.A. & Oliveira Neto, A.M. (2013) - Seletividade de glyphosate isolado ou em misturas para soja RR em aplicações sequenciais. *Planta Daninha*, vol. 31, n. 1, p. 203-212. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582013000100022>
- Brasil (2009) - *Regras para análise de sementes*, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária, Brasília. 399 p.
- Cakmak, I.; Yazici, A.; Tutus, Y. & Ozturk, L. (2009) - Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium and iron in non-glyphosate resistant soybean. *European Journal of Agronomy*, vol. 31, n. 3, p. 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.07.001>
- Castro, D.G.; Bruzi, A.T.; Zambiazzi, E.V.; Rezende, P.M.; Zuffo, A.M.; Sales, A.P de; Soares, I.O.; Borges, I.M.M. & Bianchi, M.C. (2017) - Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de soja RR®. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 40, n. 1, p. 222-235. <https://doi.org/10.19084/rca16054>
- Céleres (2017) - *3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17*. Consultoria Focada na Análise do Agronegócio. Informativo Biotecnologia.
- Coutinho, C.F.B. & Mazo, L.H. (2005) - Complexos metálicos com o herbicida glyphosate: Revisão. *Química Nova*, vol. 28, n. 6, p. 1038-1045. <https://doi.org/10.1590/s0100-40422005000600019>
- 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/crops-ci1971.0011183X001100060051x>

- Felisberto, G.; Bruzi, A.T.; Zuffo, A.M.; Zambiazzi, E.V.; Soares, I.O.; Rezende, P.M. & Botelho, F.B.S. (2015) - Agronomic performance of RR soybean cultivars using to different pre-sowing desiccation periods and distinct post-emergence herbicides. *African Journal Agriculture Research*, vol. 10, n. 34, p. 3445-3452. <https://doi.org/10.5897/ajar2015.9853>
- Martins, M.C.; Guerzoni, R.A.; Câmara, G.M. de S.; Mattiazzi, P.; Lourenço, S.A. & Amorim, L. (2004) - Escala Diagramática para a Quantificação do Complexo de Doenças Foliares de Final de Ciclo em Soja. *Fitopatologia Brasileira*, vol. 29, n. 2, p.119-184. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582004000200009>
- Melhorança Filho, A.L.; Martins, D.; Pereira, M.R.R. & Espinosa, W.R. (2010) - Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. *Bioscience Journal*, vol. 26, n. 3, p. 322-333.
- Petter, F.A.; Procópio, S.O.; Cargnelutti Filho, A.; Barroso, A.L.L. & Pacheco, L.P. (2007) - Manejo de herbicida na cultura da soja Roundup Ready®. *Planta Daninha*, vol. 25, n. 3, p. 557-566. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582007000300015>
- Petter, F.A.; Zuffo, A.M.; Alcantara Neto, F.; Pacheco, L.P.; Almeida, F.A.; Andrade, F.R. e Zuffo Junior, J.M. (2016) - Effect of glyphosate and water stress on plant morphology and nutrient accumulation in soybean. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 10, n. 2, p. 251-257.
- Pinto, C.C.; Oliveira, C.O.; Américo, G.H.P.; Vazquez, G.H. & Lazarini, E. (2016) - 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. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 39, n. 2, p. 310-317. <https://doi.org/10.19084/rca15076>
- Procópio, S.O.; Menezes, C.C.E.; Betta, L. & Betta, M. (2007) - Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, vol. 25, n. 2, p. 365-373. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582007000200017>
- Ramalho, M.A.P.; Ferreira, D.F. & Oliveira, A.C. (2012) – *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. 2.^a ed., Lavras: UFLA, 322 p.
- Reddy, K.N.; Rimando, A.M. & Duke, S.O. (2004) - Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 52, n. 16, p. 5139-5143. <https://doi.org/10.1021/jf049605v>
- Santos, J.B.; Ferreira, E.A.; Reis, M.R.; Silva, A.A.; Fialho, C.M.T. & Freitas, M.A.M. (2007) - Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, vol. 25, n. 1, p. 165-171. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582007000100018>
- Shigihara, D. & Hamawaki, O.T. (2005) - Seleção de genótipos para juvenilidade em progênies de soja. *Revista Horizonte Científico*, vol. 4, n. 1, p. 1-26.
- Silva, K.B.; Bruzi, A.T.; Zuffo, A.M.; Zambiazzi, E.V.; Soares, I.O.; Rezende, P.M. de; Fronza, V.; Vilela, G.D.L.; Botelho, F.B.S.; Teixeira, C.M.; Coelho, M.A. de O. (2016) -Adaptability and phenotypic stability of soybean cultivars for grain yield and oil content. *Genetics and Molecular Research*, vol. 15, n. 2, p. 1-11. <https://doi.org/10.4238/gmr.15026756>
- Soares, I.O.; Rezende, P.M.; Bruzi, A.T.; Zuffo, A.M.; Zambiazzi, E.V.; Fronza, V. & Teixeira, C.M. (2015) - Interaction between Soybean Cultivars and Seed Density. *American Journal of Plant Science*, vol. 6, n. 9, p. 1425-1434. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69142>
- Stefanello, F.F.; Marchetti, M.E.; Silva, E.F. da.; Stefanello, J.; Doreto, R.B.S. & Novelino, J.O. (2011) - Efeito de glyphosate e manganês na nutrição e produtividade da soja transgênica. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 32, n. 3, p. 1007-1014. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p1007>
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. & Murphy, A. (2017) - *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 888 p.
- Valadão Júnior, D.D.; Bergamin, A.C.; Venturoso, L. dos R.; Schlindwein, J.A.; Caron, B.O. & Schmidt, D. (2008) - Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. *Scientia Agraria*, vol. 9, n. 3, p. 369-375. <https://doi.org/10.5380/rsa.v9i3.11537>
- Zablotowicz, R.M. & Reddy, K.N. (2004) - Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. *Journal of Environmental Quality*, vol. 33, n. 3, p. 825-831. <https://doi.org/10.2134/jeq2004.0825>

- Zambiazzi, E.V.; Bruzi, A.T.; Carvalho, M.L.M. de; Guilherme, S.R.; Zuffo, A.M.; Carvalho, A.H.F. de; Mendes, A.E.S.; Soares, I.O.; Borges, I.M.M.; Bianchi, M.C. & Villela, N.J.D. (2018) - Effects and management of foliar fungicide application on physiological and agronomical traits of soybean. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 12, n. 2, p. 265-273. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.02.pne750>
- Zambiazzi, E.V.; Bruzi, A.T.; Guilherme, S.R.; Pereira, D.R.; Lima, J.G.; Zuffo, A.M.; Ribeiro, F.O.; Mendes, A.E.S.; Godinho, S.H.M. & Carvalho, M.L.M. (2017) - Estimates of genetics and phenotypic parameters for the yield and quality of soybean seeds. *Genetic Molecular Research*, vol. 16, n. 3, p. 1-12. <https://doi.org/10.4238/gmr16039801>
- Zobiole, L.H.S.; Oliveira Jr, R.S.; Kremer, R.J.; Constantin, J.; Bonato, C.M. & Muniz, A.S. (2010) - Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 97, n. 3, p. 182-193. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.01.004>
- Zuffo, A.M.; Petter, F.A.; Nobrega, J.C.A.; Pacheco, L.P.; Alcantara Neto, F. & Andrade, F.R. (2014) - Microbiological attributes in a Latosol in glyphosate application under water deficit conditions. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 9, n. 32, p. 2495-2505. <https://doi.org/10.5897/ajar2013.7382>