

SEÇÃO 6 TECNOLOGIA DE SEMENTES

DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA RR SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES, MANEJOS E FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE

Alfredo Junior Paiola Albrecht¹; Leandro Paiola Albrecht²; Arthur Arrobas Martins Barroso¹; Rafaela Alenbrant Migliavacca¹; Tiago Roque Benetoli da Silva³; Ricardo Victoria Filho¹ e Fábio Henrique Krenchinski²

¹Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'/Universidade de São Paulo - ESALQ/USP, Departamento de Produção Vegetal, Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-260, Jardim Universitário, Piracicaba, SP. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br, arthuragro07@hotmail.com, rafaela.migliavacca@yahoo.com, rvctori@usp.br

²Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina, Agronomia. R. Pioneiro, 2153, CEP: 85950-000, Jardim Dallas, Palotina, PR. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br, fabiohk2@gmail.com

³Universidade Estadual de Maringá - UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000 Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: trbsilva@uem.br

RESUMO: A aceitação e o aumento no uso da soja com a tecnologia Roundup Ready (RR) é inegável, isso devido aos benefícios e facilidades proporcionadas por esta ferramenta. Contudo, resultados de estudos indicam que o glyphosate pulverizado em soja RR pode influenciar negativamente o desenvolvimento da cultura e o desempenho das sementes produzidas. Muitas dúvidas permanecem e precisam ser melhores compreendidas, envolvendo a questão da soja geneticamente modificada submetida a aplicação de glyphosate. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto da aplicação de diferentes doses, manejos e formulações de glyphosate, sobre o desempenho das sementes de soja RR. O experimento foi conduzido na safra 2011/2012, com delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2X2X5. Foram utilizadas 2 formulações (sal de isopropilamina e sal potássico), 2 manejos (aplicação única e sequencial), e 5 doses de glyphosate (0, 720, 1440, 2160 e 2880 g e.a.ha⁻¹). As variáveis analisadas, relacionadas ao desempenho das sementes, demonstraram que a aplicação do herbicida glyphosate pode causar danos as sementes de soja RR, e estes são potencializados com a utilização de altas doses do produto.

PALAVRAS CHAVE: culturas transgênicas, Glycine max, herbicida, fitointoxicação.

PERFORMANCE OF RR SOYBEAN SEEDS SUBJECTED TO DIFFERENT RATES, MANAGERMENTS AND FORMULATIONS OF GLYPHOSATE

ABSTRACT: The acceptance and the increased use of soybeans with the Roundup Ready (RR) technology is undeniable, this is due the benefits and facilities offered by this tool. However, results of studies indicate that glyphosate sprayed on RR soybeans can prejudice the development of culture and the performance of seed produced. Many questions remain and need to be better understood, related to genetically modified soybean submitted to glyphosate application. The objective of this is study is evaluate the impact of the application of different doses, managements procedures and formulations of glyphosate on the performance of seeds soybeans RR. The experiment was conducted in 2011/2012 crop season, in a randomized block design in a 2X2X5 factorial schedule. Were used 2 formulations (isopropylamine salt and potassium salt), two managements procedures (single and sequential application), and 5 doses of glyphosate (0, 720, 1440, 2160 and 2880 g a.e.ha⁻¹). The variables related to the

performance of the seeds, showed that the application of glyphosate can damage the RR soybean seeds, and potentiated with the use of high doses of the product.

KEY WORDS: *transgenic crops, Glycine max, herbicide, phytotoxicity.*

INTRODUÇÃO

Antes do surgimento e expansão das culturas tolerantes a herbicidas, a maior dificuldade no controle de plantas daninhas que competiam com a cultura comercial, estava vinculada à dificuldade de um único produto apresentar amplo espectro de controle de plantas daninhas e ao mesmo tempo ser seletivo para a cultura de interesse, desta forma, uma das primeiras características transgênicas a serem incorporadas com sucesso a culturas comerciais foi à tolerância a herbicida, com o desenvolvimento de culturas tolerantes ao herbicida glyphosate, apresentando a tecnologia conhecida como Roundup Ready (RR) (Albrecht, et al., 2013).

No Brasil, na safra 2013/2014 as lavouras de soja contendo a tecnologia RR cobriram aproximadamente 27 milhões de hectares, sendo cerca de 10% maior que na safra anterior, e equivalente a 92,5% da área total semeada para a oleaginosa (CIB, 2013). Neste sentido, mesmo sendo inegável a aceitação e êxito desta tecnologia, estudos alertam que o glyphosate pode trazer danos a características relacionadas ao desenvolvimento da soja RR, isso devido à fitointoxicação ou por meio de efeitos negativos no balanço nutricional, eficiência no uso da água, fotossíntese, acúmulo de biomassa, entre outros processos envolvidos com a fisiologia e metabolismo da planta (Zobiolo et al., 2010a,b,c; Albrecht et al., 2011a,b, Albrecht et al., 2012a,b; Cavalieri et al., 2012; Alonso et al., 2013).

Esses efeitos deletérios também podem se manifestar na qualidade do produto final colhido, ou seja, no desempenho das sementes da soja RR, em que, Albrecht e Ávila (2010) mencionam a observação de comportamento linear decrescente na qualidade das sementes com o incremento na dose de glyphosate, justificada pelo efeito deletério das altas doses desse herbicida. De acordo com Albrecht, et al., (2011b) aplicações de glyphosate podem trazer efeitos danosos à composição química das sementes, alterando potencialmente os teores de proteínas, e ainda Albrecht et al., (2014) demonstram que há indicativos de que a qualidade fisiológica e sanitária das sementes seja afetada negativamente pelo herbicida glyphosate, podendo esta tendência estar relacionada a danos nos componentes de rendimento da cultura.

Infere-se então, que se pode assumir consequências negativas do uso de glyphosate, na soja RR, sobre o desempenho das sementes produzidas. Porém, mesmo considerando a contribuição desses trabalhos supracitados e de outros encontrados na literatura atual, na

elucidação de questões pertinentes nesta área, ainda persistem dúvidas a serem investigadas, para através das respostas alcançadas encontrar melhores explicações sobre este assunto.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os possíveis efeitos da aplicação de diferentes doses, manejos e formulações de glyphosate, sobre o desempenho das sementes de soja RR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2011/2012, em área de produção, situada no Município de Marialva, localizado na Região Norte Central do Estado do Paraná. A cultivar utilizada foi a NK 7059 RR, tendo como características ciclo precoce (grupo de maturação 5,9) e hábito de crescimento indeterminado. Esta cultivar foi escolhida por apresentar a maior área semeada nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, no Estado do Paraná (Cocamar, 2012).

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático predominante na região é o Cfa - subtropical úmido mesotérmico. A altitude da área é de 612 m, e o solo foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico. A análise química e física do solo, realizada antes da instalação do experimento, na profundidade de 0,0 - 0,20 m, apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,2; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³, H+Al = 4,96 cmol_c dm⁻³, C = 14,29 g dm⁻³; P (Mehlich) = 5,78 mg dm⁻³; K = 0,33 cmol_c dm⁻³; Ca = 4,72 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,45 cmol_c dm⁻³; S = 4,45 mg dm⁻³; CTC = 11,45 cmol_c dm⁻³ e V = 57%. Com teores de argila, areia e silte total de: 69; 19 e 12%, respectivamente.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 2x2x5 (formulações x manejos x doses), totalizando-se 20 tratamentos e 80 parcelas. As duas formulações de glyphosate utilizadas no experimento, uma apresenta em sua composição o sal de isopropilamina (R), e a outra apresenta o sal potássico (Z), sendo escolhidas por serem distintas e por apresentarem produtos comerciais com registro para aplicação em pós-emergência na cultura da soja RR (Rodrigues e Almeida, 2011). O manejo 1 (M1) foi composto pela aplicação única de glyphosate (nas duas formulações) no estádio V4, e no manejo 2 (M2) foram realizadas aplicações sequenciais de glyphosate (nas duas formulações), sendo a primeira no estádio V4 (Fehr et al., 1971), e a segunda aplicação entre os estádios V5 e V6. As doses aplicadas foram 0, 720, 1440, 2160 e 2880 g e.a.ha⁻¹, destaca-se que nos tratamentos apresentando o manejo 2, as doses foram divididas em duas partes iguais.

As aplicações de glyphosate foram feitas com um pulverizador costal, com vazão de 0,65 L.min⁻¹. A altura de aplicação foi de 50 cm do alvo, a uma velocidade de 1 m.s⁻¹,

alcançando um volume de calda de 200 L.ha⁻¹. Com relação às datas e as condições ambientais no momento das aplicações dos tratamentos, estas foram: para a aplicação única, juntamente com a primeira aplicação do manejo sequencial, foi realizada dia 01/12/2011 (UR = 66%; vv = 4 km h⁻¹; T = 26 °C), já a segunda aplicação, para o manejo sequencial, foi realizada dia 11/12/2011 (UR = 55%; vv = 4 km h⁻¹; T = 28 °C).

A data de semeadura e colheita foram respectivamente, 20/10/2011 e 20/02/2012. As parcelas foram constituídas de seis linhas de cinco metros de comprimento (espaçamento entre linhas de 0,45 m). Para colheita das sementes, utilizou-se área útil de 5,4 m², em que foram consideradas apenas as quatro fileiras centrais, descartando-se um metro de cada extremidade das fileiras.

O emprego das práticas de adubação, instalação da cultura e manejo fitossanitários seguiram as prescrições da Embrapa (2011). As áreas experimentais foram mantidas livres da presença de plantas daninhas durante o período de condução da soja, por meio de capinas manuais. Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima, referentes ao período de duração do experimento, foram coletados diariamente, sendo confeccionada com estas informações a Figura 1.

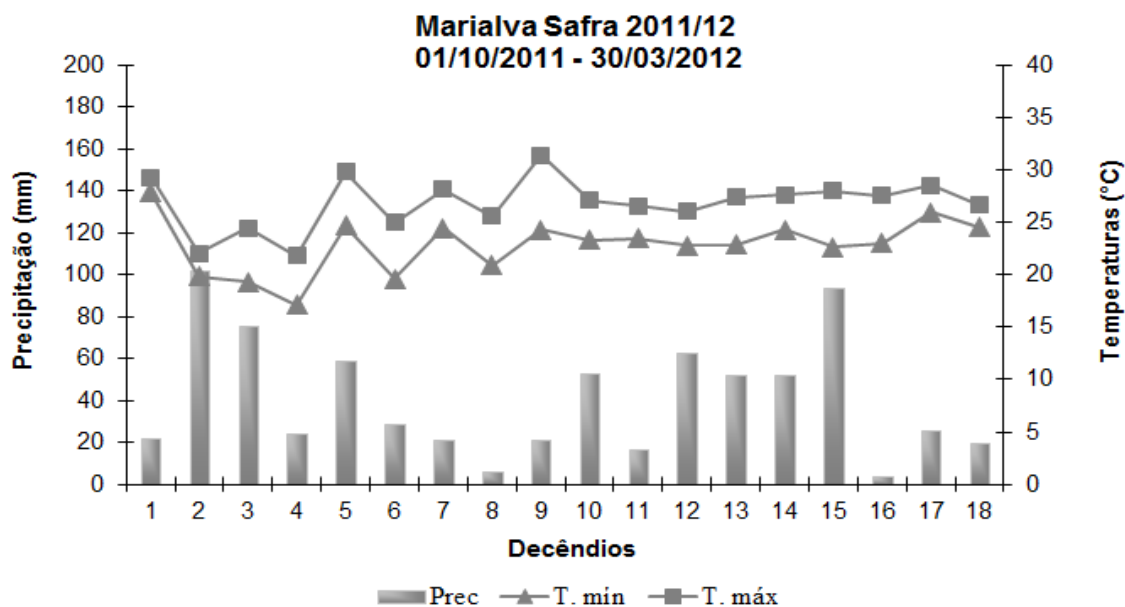


Figura 1 - Representação da precipitação e temperaturas médias (mínima e máxima), para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no Município de Marialva, na safra 2011/12. Fonte: INMET.

As plantas foram colhidas manualmente, no estágio R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (Fehr et al., 1971). Em seguida, as vagens foram debulhadas em trilhadeira para experimentos, limpas com o auxílio de peneiras e as sementes acondicionadas em sacos de papel.

A massa de 100 sementes foi determinada por meio da pesagem de oito subamostras de 100 sementes, para cada repetição de campo, com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama. Para o cálculo da massa de cem sementes, o grau de umidade das sementes foi determinado por meio do método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (Brasil, 2009), corrigido para 13% base úmida. Já a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação e condutividade elétrica. Os referidos testes estão descritos a seguir.

Teste de germinação: foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição de campo. As sementes foram semeadas entre três folhas de papel-toalha umedecidas com água, utilizando-se a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados para germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para manter constante a temperatura de 25°C , por um período de oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo as prescrições contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Primeira contagem do teste de germinação: foi efetuada em conjunto com o teste anterior, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Teste de condutividade elétrica: foi conduzido utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição. Inicialmente, as sementes referentes a cada subamostra foram colocadas em copos plásticos (200 mL) e pesadas em balança analítica. Após a pesagem, foram adicionados 75 mL de água nos copos plásticos contendo as sementes. Estes foram mantidos em câmara de germinação (tipo B.O.D.) a 25°C por 24 horas (Loeffler et al., 1988). O grau de umidade das sementes foi previamente determinado pelo método da estufa a $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (Brasil, 2009), utilizando-se duas repetições de 10 g. Posteriormente, a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição foi realizada utilizando-se um condutivímetro digital de bancada. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pela massa obtida de cada subamostra. Desse modo, o resultado obtido foi expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Os dados foram analisados conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002), em que o conjunto de dados foi submetido à análise de variância e quando os valores de F foram significativos ($P<0,05$), o teste t e análise de regressão foram aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados referentes à primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2) e contagem final do teste de germinação (Tabela 3) verificou-se que houve algumas diferenças estatísticas entre os tratamentos, porém estas não manifestaram um comportamento que justificasse concluir que uma formulação ou manejo prejudicou de forma mais acentuada o desempenho das sementes de soja, isso quando comparados entre si, dentro de cada dose. Já para as variáveis, massa de 100 sementes (Tabela 1), e condutividade elétrica (Tabela 4) não foram observadas diferenças ($P < 0,05$), entre os manejos e formulações dentro das doses.

Tabela 1- Massa de 100 sementes da soja RR, submetida à aplicação de dois manejos, duas formulações e cinco doses de glyphosate. Safra 2011/2012, Marialva - PR

Doses (g.e.a. ha ⁻¹)	Sal Isopropilamina (R)		Sal Potássico (Z)		Média
	Massa de 100 sementes (g)				
	M 1	M 2	M 1	M 2	
0	17,71	17,50	17,72	18,15	17,77
720	17,68	18,03	17,34	18,59	17,91
1440	17,84	17,40	18,03	17,50	17,69
2160	17,76	17,73	17,47	16,91	17,47
2880	17,76	17,19	16,90	17,98	17,46
Média	17,75	17,57	17,49	17,82	
	17,66		17,66		17,66
CV (%)	3,64				

Não significativo ($P < 0,05$), pelo teste F.

Tabela 2 - Plântulas normais obtidas na primeira contagem (vigor) do teste de germinação das sementes de soja RR, submetida à aplicação de dois manejos, duas formulações e cinco doses de glyphosate. Safra 2011/2012, Marialva - PR

Doses (g.e.a. ha ⁻¹)	Sal Isopropilamina (R)		Sal Potássico (Z)		Média
	Primeira Contagem (% de plântulas normais)				
	M 1	M 2	M 1	M 2	
0	51,50Aa	55,75Aa	57,50Aa	57,50Aa	55,56
720	52,25Aa	52,00Aa	51,25Aa	49,00Aa	51,12
1440	49,00Aa	52,25Aa	44,75Aa	46,00Aa	48,00
2160	53,50Aa	47,25Ba	44,50Ab	58,22Aa	50,81
2880	60,75Aa	40,50Ab	36,75Ba	43,00Aa	45,25
Média	53,40	49,55	46,95	50,70	
	51,47		48,82		50,15
CV (%)	14,57				

Letras maiúsculas iguais na linha, entre as formulações (R e Z) dentro de cada manejo e dose, não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$), pelo teste F. Letras minúsculas iguais na linha, entre manejo (aplicação única - M1 e aplicação sequencial - M2) dentro de cada formulação e dose, não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$), pelo teste F.

Tabela 3 - Plântulas normais obtidas na contagem final do teste de germinação das sementes de soja RR, submetida à aplicação de dois manejos, duas formulações e cinco doses de glyphosate. Safra 2011/2012, Marialva - PR

Doses (g.e.a. ha ⁻¹)	Sal Isopropilamina (R)		Sal Potássico (Z)		Média
	Germinação (% de plântulas normais)				
	M 1	M 2	M 1	M 2	
0	61,75Aa	69,50Aa	62,25Aa	66,75Aa	65,81
720	62,50Aa	61,25Aa	60,50Aa	57,00Aa	60,31
1440	57,75Aa	64,00Aa	54,50Aa	59,50Aa	58,94
2160	67,50Aa	58,50Aa	56,25Aa	67,50Aa	62,44
2880	69,25Aa	49,75Ab	44,50Ba	53,25Aa	54,19
Média	63,75	60,60	56,20	60,80	
	62,17		58,50		60,34
CV (%)	13,82				

Letras maiúsculas iguais na linha, entre as formulações (R e Z) dentro de cada manejo e dose, não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$), pelo teste F. Letras minúsculas iguais na linha, entre manejo (aplicação única - M1 e aplicação sequencial - M2) dentro de cada formulação e dose, não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$), pelo teste F.

Tabela 4 – Condutividade elétrica das sementes de soja RR, submetida à aplicação de dois manejos, duas formulações e cinco doses de glyphosate. Safra 2011/2012, Marialva - PR

Doses (g.e.a. ha ⁻¹)	Sal Isopropilamina (R)		Sal Potássico (Z)		Média
	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)				
	M 1	M 2	M 1	M 2	
0	127,00	115,50	117,50	116,25	119,06
720	118,75	128,25	122,75	124,50	123,56
1440	116,75	105,00	146,25	123,25	122,81
2160	124,00	115,25	130,25	117,25	121,69
2880	114,25	112,50	119,50	114,25	115,12
Média	120,15	115,30	127,25	119,10	
	117,72		123,17		120,45
CV (%)	17,96				

Não significativo ($P < 0,05$), pelo teste F.

Destaca-se que a partir da observação das condições meteorológicas ilustradas na Figura 1, pode ser notado que nesta safra, principalmente devido ao déficit hídrico, entre os estádios V4 e R3 (Fehr et al., 1971), o desenvolvimento da cultura foi afetado severamente, assim a germinação média das sementes ficou abaixo do padrão normalmente alcançado.

Os desdobramentos das interações permitiram identificar efeitos significativos ($P < 0,05$), por meio da análise de regressão para as doses, demonstrando respostas para as avaliações de massa de 100 sementes (Figura 2), para primeira contagem do teste de germinação (Figuras 3 e 4) e contagem final do teste de germinação (Figuras 5 e 6), permitindo a adequação de um modelo linear com efeito decrescente, em função do acréscimo das doses de glyphosate.

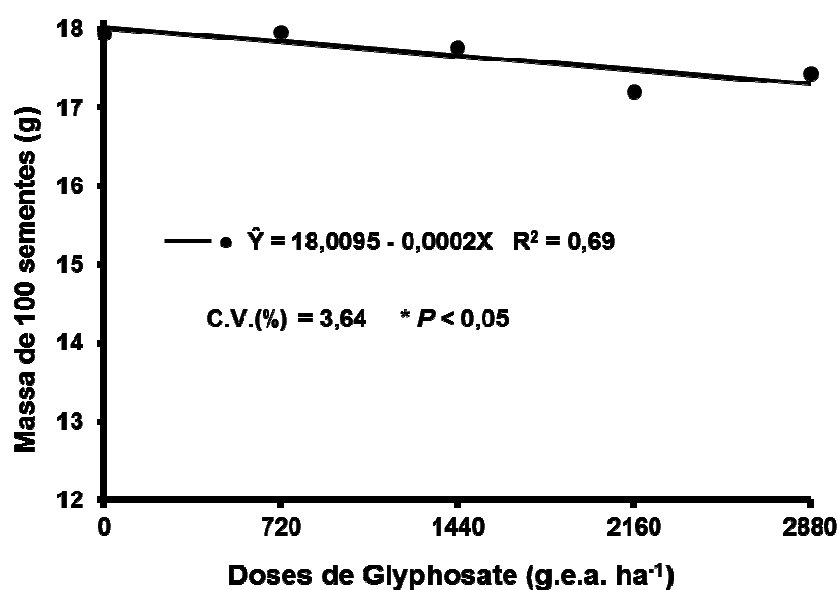


Figura 2 - Comportamento da massa de 100 sementes, em função das doses de glyphosate, na formulação Z (sal potássico). Safra 2011/2012, Marialva – PR.

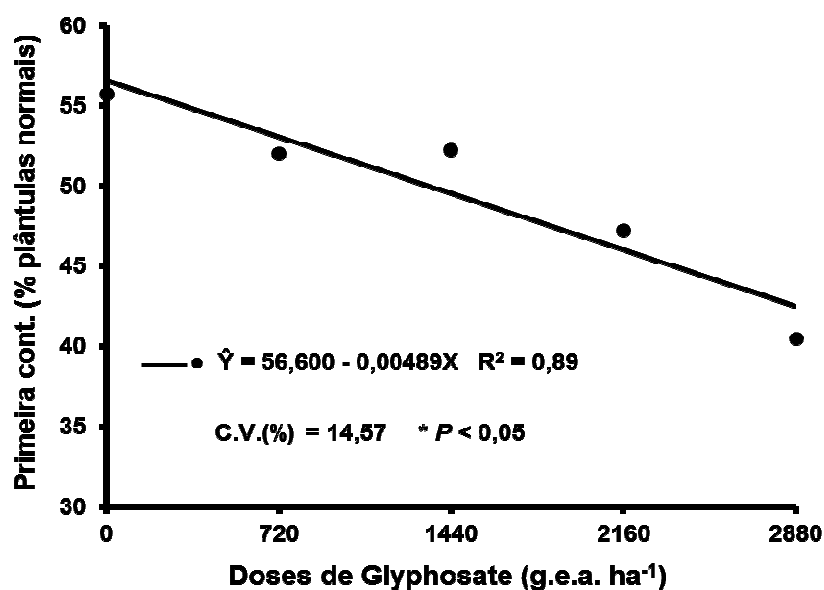


Figura 3 - Comportamento da primeira contagem do teste de germinação (vigor), em função das doses de glyphosate, na formulação R (sal isopropilamina), e dentro do manejo 2 (aplicação sequencial). Safra 2011/2012, Marialva – PR.

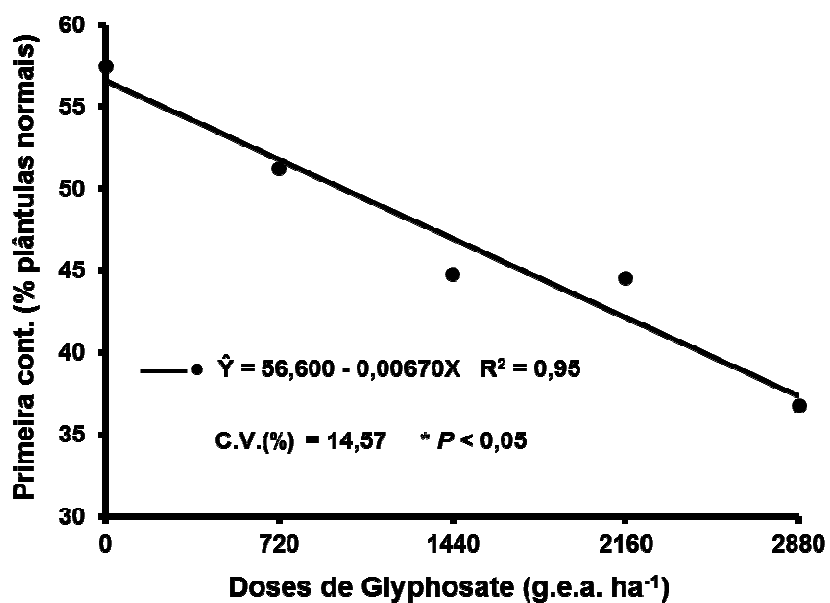


Figura 4 - Comportamento da primeira contagem do teste de germinação (vigor), em função das doses de glyphosate, na formulação Z (sal potássico), e dentro do manejo 1 (aplicação única). Safra 2011/2012, Marialva – PR.

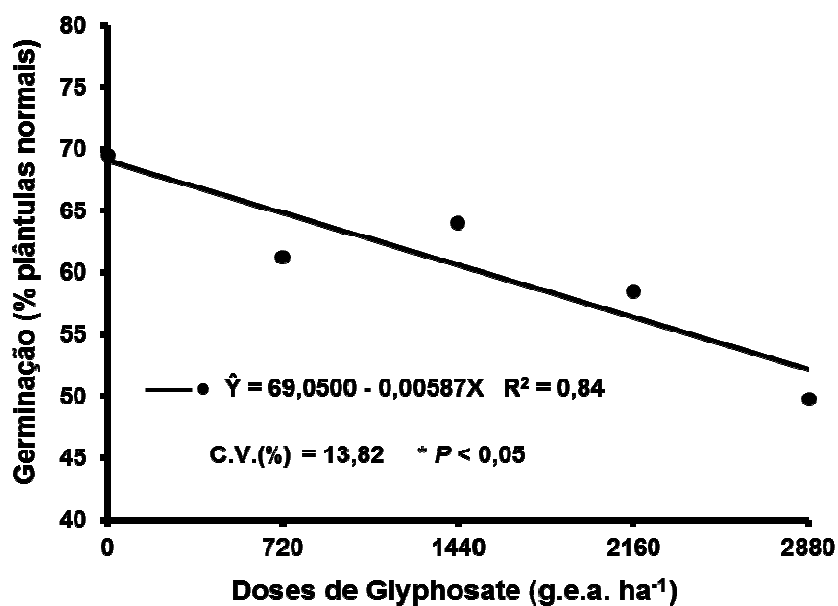


Figura 5 - Comportamento do teste de germinação, em função das doses de glyphosate, na formulação R (sal isopropilamina), e dentro do manejo 2 (aplicação sequencial). Safra 2011/2012, Marialva – PR.

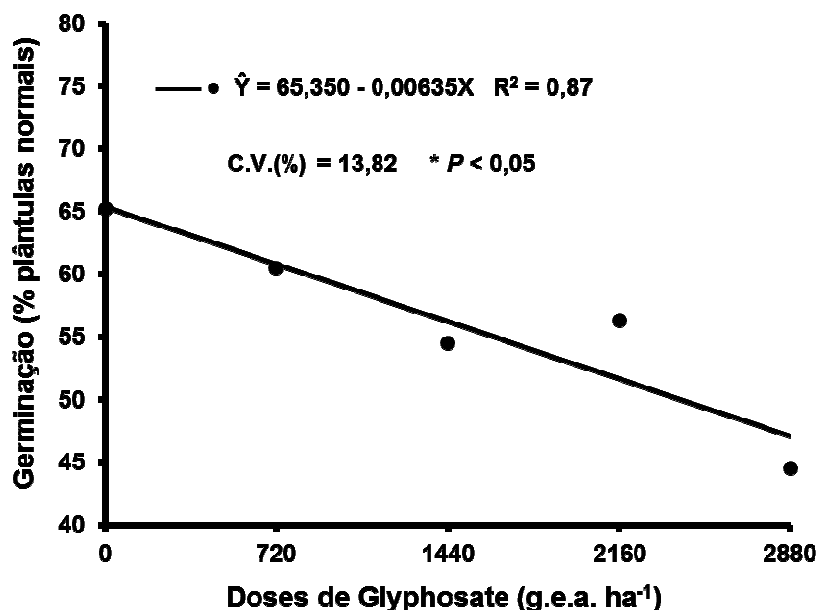


Figura 6 - Comportamento do teste de germinação, em função das doses de glyphosate, na formulação Z (sal potássico), e dentro do manejo 1 (aplicação única). Safra 2011/2012, Marialva – PR.

Foi detectada diminuição da massa de 100 sementes (Figura 2), do vigor (Figuras 3 e 4) e da germinação (Figuras 5 e 6), com a elevação das doses de glyphosate, havendo assim uma resposta linear negativa para estas variáveis. Esse conjunto de informações denota que o aumento na dose de glyphosate causou danos significativos as sementes da soja RR, limitando seu desempenho, corroborando assim com resultados apresentados por Albrecht et al., (2014), e com as informações discutidas por Albrecht e Ávila (2010).

Com relação aos manejos, mesmo estes sendo recomendados para utilização em pós-emergência na cultura (Rodrigues e Almeida, 2011) são encontradas poucas informações na literatura, estudando o efeito destas formas de aplicação (Alonso et al., 2013), assim estes resultados vêm cobrir uma lacuna na pesquisa. Já tratando as formulações, mesmo estas apresentando sais distintos em sua composição, que juntamente com os surfatantes presentes proporcionam uma penetração, absorção e translocação diferenciada (Rodrigues e Almeida, 2011; Santos et al., 2007), o efeito final na foi semelhante.

Estes efeitos deletérios identificados no desempenho das sementes, independente da formulação ou manejo, estão diretamente relacionados a danos causados ao metabolismo e fisiologia da planta, resultados semelhantes são discutidos por vários autores, provavelmente estando ligados ou são decorrentes do potencial de injúria, ou ainda da ação deletéria do glyphosate e seus metabólitos (Zobiolo et al., 2010a,b,c; Albrecht, et al., 2011a,b, 2012a,b).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados e discutidos, conclui-se que a aplicação do herbicida glyphosate, independente do manejo ou formulação, pode causar danos ao desempenho das sementes de soja RR, e estes efeitos indesejáveis são potencializados com a utilização de altas doses do produto.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 45-54, 2010.
- ALBRECHT, L.P.; ALONSO, D.G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; BRACCINI, A.L. ALBRECHT, A.J.P. Qualidade fisiológica das sementes de soja RR em resposta ao uso de diferentes tratamentos contendo glyphosate em aplicação sequencial. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 211-220, 2011a.
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 558-590, 2011b.
- ALBRECHT, L.P.; ALONSO, D.G.; ALBRECHT, A.J.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; BRACCINI, A.L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agrônomo e na qualidade das sementes de soja RR. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, p. 139-146, 2012a.
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; ALBRECHT, A.J.P.; ÁVILA, M.R. RR Soybean seed quality after application of glyphosate in different stages of development. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n.3, p. 373-381, 2012b.
- ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. In: ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. **Manejo de cultivos transgênicos**, Curitiba: UFPR, 2013. cap. 2. p. 25 a 45.
- ALBRECHT L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; BRACCINI, A.L.; OLIVEIRA JR., R.S.; ZOBIOLE, L.H.S.; ÁVILA, M.R. The role of glyphosate in RR soybean production and seed quality. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, p. 401-407, 2014.
- ALONSO, D.G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; SANTOS, G.; DAN, H.A.; OLIVEIRA NETO, A.M. Seletividade de glyphosate isolado ou em misturas para soja RR em aplicações sequenciais. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 203-212, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 398p.
- CAVALIERI, S.D.; VELINI, E.D.; SILVA, F.M.L.; SÃO JOSÉ, A.R.; ANDRADE, G.J.M. Acúmulo de nutrientes e matéria seca na parte aérea de dois cultivares de soja RR sob efeito de formulações de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 349-358, 2012.

CIB. **Adoção de soja transgênica chega a 92% das lavouras**, diz estudo da Céleres. 2013. Disponível em: <<http://cib.org.br/em-dia-com-a-ciencia/adocao-de-soja-trangenica-chega-a-92-das-lavouras-diz-estudo-da-celeres/>> Acesso em: 5 jan. 2014.

COCAMAR. **Jornal de serviços**: notícias on line. 2012. Disponível em: <<http://www.jornalcocamar.com.br/noticias.aspx?id=noticias&c=270&e=33&n=96>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil: 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261p. (Sistemas de Produção, 15).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; GURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: Grafmarke, 2011. 697p.

SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T. Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 381-388, 2007.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (coords.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.4, p.1-26.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR, R.S.; KREMER, R.J.; CONSTANTIN, J.; YAMADA, T.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JR, A. Effect of glyphosate on symbiotic N₂ fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, p. 176-180, 2010a.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR, R.S.; KREMER, R.J.; CONSTANTIN, J.; BONATO, C.M.; MUNIZ, A.S. Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 97, n. 3, p. 182-193, 2010b.

ZOBIOLE, L.H.S.; BONINI, E.A.; OLIVEIRA JR, R.S.; KREMER, R.J.; FERRARESE-FILHO, O. Glyphosate affects lignin content and amino acid production in glyphosate-resistant soybean. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 32, n. 5, p. 831-837, 2010c.

Recebido para publicação em: 12/03/2014

Aceito para publicação em: 30/06/2014