

TEORES DE NUTRIENTES NAS SEMENTES DE SOJA RR SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE

ALBRECHT, A. J. P. (USP/ESALQ, Piracicaba/SP - ajpalbrecht@yahoo.com.br), ALBRECHT, L. P. (UFPR, Palotina/PR - lpalbrecht@yahoo.com.br), KRENCHINSKI, F. H. (UFPR, Palotina/PR - fabiohk2@gmail.com), VILLETTI, H. L. (UFPR, Palotina/PR - henrique.l.villetti@hotmail.com), ORSO, G. (UFPR, Palotina/PR - giovanaorso@hotmail.com), PLACIDO, H. F. (UFPR, Palotina/PR - placido.agronomia@gmail.com), WOBETO, K. S. (UFPR, Palotina/PR - katle_samaya@hotmail.com), VICTORIA FILHO, R. (USP/ESALQ, Piracicaba/SP - rvctori@usp.br)

RESUMO: A aceitação e aumento no uso da soja apresentando a tecnologia Roundup Ready (RR) é inegável, isso devido aos benefícios e facilidades proporcionadas por esta ferramenta. Mas, atualmente estudos indicam que o glyphosate pulverizado em soja RR, pode influenciar negativamente o desenvolvimento da cultura e o seu balanço nutricional. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto da aplicação de diferentes doses, manejos e formulações de glyphosate, sobre os teores de alguns nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) nas sementes da soja RR. Para isso foi conduzido um experimento, na safra 2012/2013, com delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2X2X5, em que foram utilizadas 2 formulações, 2 manejos, e 5 doses de glyphosate (0, 720, 1440, 2160 e 2880 g e.a.ha⁻¹). A análise dos dados relacionados aos teores de nutrientes nas sementes demonstraram efeitos danosos do herbicida glyphosate aplicado sobre a soja RR, porém mais estudos são necessários.

Palavras-chave: balanço nutricional, fitointoxicação, culturas transgênicas

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 a 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 (ZOBIOLE et al., 2010a; ALBRECHT et al., 2011; ALBRECHT et al., 2013).

Em alguns casos esses efeitos deletérios também se manifestam na qualidade do produto colhido, expressando tendência linear decrescente na qualidade das sementes com o incremento na dose de glyphosate, justificada pela ação deletéria das altas doses desse herbicida (ALBRECHT et al., 2011; ALBRECHT et al., 2014). Esse efeito prejudicial do glyphosate age no balanço nutricional da planta, afetando os teores dos nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento (ZOBIOLE et al., 2010a,b).

Neste contexto, pode-se compreender que em determinadas situações ocorrem problemas relativos ao uso de glyphosate, na soja RR, sobre a composição nutricional das sementes produzidas. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os possíveis efeitos da aplicação de diferentes manejos, formulações e doses de glyphosate, sobre os teores de nutrientes nas sementes de soja RR.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na safra 2012/13, no Município de Marialva (Região Norte Central do Estado do Paraná), a uma altitude de 612 m, em um Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico. Para a realização do experimento foi empregada a cultivar de soja NK 7059 RR. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em um arranjo fatorial triplo 2X2X5 (2 formulações X 2 manejos X 5 doses), totalizando-se 20 tratamentos e 80 parcelas.

Sobre as formulações de glyphosate utilizadas, uma apresentava em sua composição o sal isopropilamina e outra o sal potássico. Os dois manejos utilizados se referiam à aplicação única de glyphosate (manejo 1) no estágio V4 ou aplicação sequencial (manejo 2), a primeira aplicação no estágio V4 e a segunda 10 dias após (estádio V5). As doses aplicadas foram 0, 720, 1440, 2160 e 2880 g e.a.ha⁻¹. Nos tratamentos apresentando manejo 2, as doses foram divididas entre as duas aplicações realizadas.

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, e as condições ambientais no momento das aplicação estavam adequadas.

As plantas foram colhidas manualmente, no estágio R8 (95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura). Em seguida, as vagens foram

debulhadas, as sementes foram limpas com o auxílio de peneiras e acondicionadas em sacos de papel. Com relação à avaliação da composição nutricional das sementes, foram quantificados os teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, (MALAVOLTA et al., 1997).

Foram verificadas as pressuposições básicas para a análise de variância, em seguida foram realizados os desdobramentos necessários ($P < 0,05$). Para avaliar o comportamento das doses foi empregada a análise de regressão ($P < 0,05$), enquanto o teste F foi conclusivo na comparação das médias, para os tratamentos qualitativos (manejos e formulações) ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis, teor de fósforo (P) e teor de magnésio (Mg), não foram observadas diferenças ($P < 0,05$). Destaca-se somente que a média geral do experimento para o teor de P foi de $4,32 \text{ g kg}^{-1}$ e a média do teor de Mg foi de $2,01 \text{ g kg}^{-1}$, já os coeficientes de variação (CV), da análise de variância, foram 5,68% e 4,81%, respectivamente, para P e Mg.

Com relação aos teores de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca) e enxofre (S) (Tabela 1), notou-se que houveram algumas diferenças entre os manejos e formulações, dentro das doses ($P < 0,05$). Em algumas doses, principalmente para o teor de K, foi possível notar que o produto contendo o sal potássico apresentou menores valores que o produto contendo o sal isopropilamina, já para o teor de Ca a resposta foi distinta (Tabela 1). Porém estas diferenças não estabeleceram um padrão definido de comportamento, que permitisse inferir a superioridade de uma formulação ou manejo, quando comparados entre si, dentro de cada dose.

Desdobrando as interações foi possível identificar efeitos significativos ($P < 0,05$), por meio da análise de regressão, em que foi possível o ajuste de um modelo linear com efeito decrescente em função do aumento das doses. Foi verificada diminuição do teor de N com a elevação das doses de glyphosate, na formulação Z (Figura 1a), e também diminuição do teor de K, com o aumento das doses de glyphosate na formulação Z e Manejo 2 (Figura 1b).

Estes resultados corroboram com informações discutidas por Zobiole et al. (2010a,b), que demonstram as consequências do uso de glyphosate em pós-emergência, na cultura da soja RR, como alterações no balanço nutricional das plantas de soja, por exemplo, no caso do Mn e de outros nutrientes, como N, Ca, Mg, Fe e Cu, que podem ter seus teores alterados sob a aplicação de glyphosate. Desta forma, plantas com problemas nutricionais tendem a apresentar problemas em seu metabolismo, dos quais decorrem danos ao aparato fisiológico e, por consequência, a produtividade final da cultura e a qualidade das sementes produzidas (ALBRECHT et al. 2011; ALBRECHT et al. 2013; ALBRECHT et al. 2014).

Tabela 1. Teores dos nutrientes N, K, Ca e S nas sementes de soja RR, submetida à aplicação de dois manejos, duas formulações e cinco doses de glyphosate. Safra 2012/2013, Marialva - PR.

Doses (g.e.a. ha ⁻¹)	Sal Isopropilamina (R)		Sal Potássico (Z)	
	M 1	M 2	M 1	M 2
Teor de Nitrogênio (g kg⁻¹)				
0	58,75 Aa	61,78 Aa	59,10 Aa	58,63 Aa
720	58,63 Aa	60,63 Aa	58,80 Aa	60,20 Aa
1440	60,33 Aa	61,25 Aa	55,48 Ba	58,45 Aa
2160	60,38 Aa	59,45 Aa	57,23 Aa	55,48 Ba
2880	60,90 Aa	62,30 Aa	57,05 Ba	56,70 Ba
CV (%)	4,37			
Teor de Potássio (g kg⁻¹)				
0	13,83 Aa	14,30 Aa	13,83 Aa	13,75 Aa
720	13,65 Ab	14,30 Aa	12,83 Bb	13,70 Ba
1440	14,30 Ba	14,30 Aa	12,48 Ab	13,17 Ba
2160	14,00 Aa	14,30 Aa	12,30 Bb	13,00 Ba
2880	14,00 Aa	14,30 Aa	13,00 Bb	12,30 Ba
CV (%)	3,00			
Teor de Cálcio (g kg⁻¹)				
0	2,40 Aa	2,38 Aa	2,40 Aa	2,40 Ab
720	2,40 Aa	2,30 Ba	2,48 Aa	2,48 Aa
1440	2,50 Aa	2,23 Bb	2,55 Aa	2,43 Aa
2160	2,38 Aa	2,25 Ba	2,43 Aa	2,48 Aa
2880	2,38 Aa	2,30 Ba	2,48 Aa	2,45 Aa
CV (%)	3,72			
Teor de Enxofre (g kg⁻¹)				
0	4,40 Aa	4,25 Aa	3,80 Ba	4,15 Aa
720	3,58 Ab	4,25 Aa	3,98 Aa	4,38 Aa
1440	3,90 Aa	4,08 Aa	4,35 Aa	4,33 Aa
2160	4,15 Aa	3,75 Ba	5,23 Aa	4,40 Aa
2880	4,15 Aa	4,33 Aa	4,23 Aa	4,33 Aa
CV (%)	7,66			

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.

Mesmo considerando a contribuição desses resultados aqui expostos e discutidos, e também de outros trabalhos encontrados na literatura vigente, ainda persistem muitas dúvidas a serem investigadas neste sentido. Com esse intuito a equipe continua conduzindo trabalhos nesta linha de pesquisa, para a partir das respostas alcançadas encontrar melhores explicações sobre este assunto.

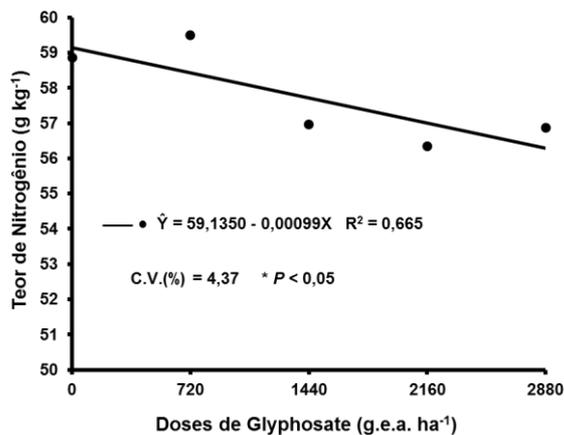


Figura 1a. Resposta do teor de N, em função das doses de glyphosate aplicadas, na formulação Z (sal potássico). Safra 2012/2013, Marialva – PR.

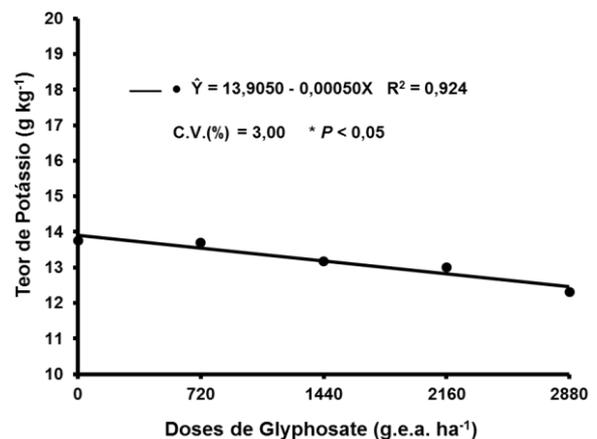


Figura 1b. Resposta do teor de K, em função das doses de glyphosate, na formulação Z (sal potássico), e dentro do manejo 2 (aplicação sequencial). Safra 2012/2013, Marialva – PR.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que existem efeitos da aplicação de glyphosate sobre os teores de alguns nutrientes encontrados nas sementes de soja RR, porém mais estudos direcionados a este balanço nutricional são necessários.

AGRADECIMENTO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa e auxílio à pesquisa, possibilitando assim a condução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, L.P. et al. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 558-590, 2011.
- ALBRECHT, L.P. et al. 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. et al. The role of glyphosate in RR soybean production and seed quality. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, p. 401-407, 2014.
- 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.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 319 p., 1997.
- ZOBIOLE, L.H.S. et al. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. **Journal of Plant Nutrition**, v. 33, n. 12, p. 1860-1873, 2010a.
- ZOBIOLE, L.H.S. et al. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant and Soil**, v. 328, p. 57-69, 2010b.