



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

RESPOSTA DA SOJA RR SOBRE A APLICAÇÃO DE GLIFOSATO NA LEITURA SPAD-502 E ÁREA FOLIAR

Vanessa do Amaral Conrad⁽¹⁾; Ademar Pereira Serra⁽²⁾; Henrique Soares de Moraes⁽¹⁾; Marlene Estevão Marchetti⁽³⁾; Pedro Henrique Altomar⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estudante; Faculdade da Ciência Agrária; Universidade Federal da Grande Dourados (FCA/UFGD), Rodovia Dourados à Itahum, km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970 – Dourados - MS, nessa_conrad@hotmail.com; ⁽³⁾ Professora da FCA/UFGD ⁽⁴⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-CNPGC).

Resumo – A cultura da soja tem grande importância para a economia do Brasil, ocasionando assim a busca por uma variedade mais resistente que ocasione menos gastos. Desenvolveu-se então a soja resistente ao glifosato (soja RG). Com o aumento do uso dessa soja, observou-se o uso excessivo do glifosato, de três a cinco aplicações numa mesma safra. Dessa forma ele pode interferir nos *Bradyrhizobium* sp que fornecem o nitrogênio para a planta e assim afetar a produção. Tendo essa hipótese desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito do glifosato na área foliar e leitura do aparelho SPAD-502 – medidor de clorofila-, que é o órgão da planta responsável pela fotossíntese que produz energia para ela desenvolver seu ciclo. O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS em 2010. A unidade experimental foi constituída de vasos de 11 kilos de substrato (LATOSSOLO VERMELHO Ditrófico) com duas plantas por vaso. Os tratamentos foram constituídos por cinco dosagens de glifosato (0; 0,648; 1,296; 1,944 e 2,592 kg i.a. ha⁻¹). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram repetidos quatro vezes a fim de minimizar o erro experimental. As dosagens de glifosato não influenciaram na área foliar da cultivar de soja RR BMX Potência no período vegetativo V4. No entanto, houve efeito significativo nas leituras SPAD-502, havendo um decréscimo na leitura SPAD-502 à medida que se aumentaram as doses.

Palavras-Chave: clorofila, parte aérea, interferência, herbicida.

INTRODUÇÃO

A procura por uma maior produção, ocasionou o desenvolvimento da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] geneticamente modificada, resistente ao glifosato (RG) [N-(phosphonomethyl)glycine], e tem-se observado aumento considerável na utilização desse herbicida aplicado, principalmente em pós-emergência dessa cultura, aplicando-se de três a quatro vezes durante o ciclo da soja. Essas sucessivas aplicações de um único produto podem estar interferindo no desenvolvimento e produção dessa cultura.

Santos et al. (2007) observaram que N, Ca, Fe e Cu tiveram redução em seu teor na planta de soja RG, quando as mesmas foram tratadas com glifosato, sendo essas amostragens foliares realizadas no período de florescimento.

A soja requer aproximadamente 70% do N necessário ao seu desenvolvimento é oriundo da fixação biológica pelas bactérias do gênero *Bradyrhizobium* SP, no entanto, o glifosato pode interferir diretamente na fixação de N por essas bactérias, diretamente ou indiretamente. Esse herbicida inibe a síntese dos aminoácidos aromáticos por atuar na enzima precursora 5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), evitando a transformação do chiquimato em corimato (Shaner & Bridges, 2003), em plantas suscetíveis e microrganismos.

No caso da soja resistente ao glifosato, a resistência ao herbicida foi obtida pela inserção de um gene (AroA) oriundo do genoma da *Agrobacterium* sp., estirpe CP4, a qual codifica uma variante da EPSPs (CP4 EPSPs), especialmente tolerante à inibição pelo glifosato (Padgett et al., 1995). Sob tratamento com esse herbicida, as plantas de soja não são afetadas, em virtude da ação continuada e sistemática dessa enzima alternativa, insensível ao produto, no entanto, o glifosato é prejudicial à fixação biológica do N, pois o *Bradyrhizobium* sp. tem a EPSPs suscetível ao glifosato (Zablotowicz & Reddy, 2007), sendo essa uma forma direta de interferência da fixação de N pelo glifosato.

Bellaloui et al. (2009), observou que, após aplicação com glifosato na dosagem comercial em soja RR, observaram sintomas de injúria nas plantas. As injúrias iniciaram com cloroses seguida de necrose, em todos os estágios de crescimento da planta, em folhas novas, seguido da aplicação do glifosato. Reddy & Zablotowicz (2003) observaram que, após aplicação do glifosato, ocorreu injúria no tecido foliar. Segundo esses autores, essa injúria é provocada pela proporção de sal que está presente nas formulações comerciais de glifosato e não pelo produto glifosato. Reddy et al. (2004) notaram que, após a aplicação de glifosato em soja RR, a maior concentração de AMPA, nas folhas, ocorreu um dia após o tratamento (DAT) (42mg g⁻¹ de massa seca), sendo que, após esse período, ocorreu redução gradual em sua concentração no tecido, de 42mg g⁻¹ de MS para 1mg g⁻¹ de MS, aos 22DAT. Os sintomas de injúria gerados nas plantas dependem das doses de glifosato utilizadas, sendo que as maiores concentrações de glifosato levam a maiores

formações do composto secundário AMPA, que pode causar injúria às plantas (Zablotowcz & Reddy, 2007).

Após duas semanas da aplicação do glifosato, os sintomas de amarelecimento desapareceram, em folhas de soja RR (Zobiolo et al., 2010b).

A realização desse trabalho teve como objetivo registrar a influência do herbicida glifosato nas leituras SPAD-502 e na área foliar em diferentes dosagens de glifosato em soja RR no estágio V4.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido utilizando a cultura da soja, em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil, em 2010/2011, localizada entre as coordenadas geográficas de 22°12' de latitude Sul e 54°56' de longitude Oeste e altitude de 452 m. Foi utilizado como substrato, material de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2006), que foi coletado na camada de 20-40 cm, sendo realizada quatro amostragens com peso aproximado em 500 g, cada, que serão secadas ao ar ambiente, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para a determinação das características químicas e físicas.

Com base nos resultados da análise química do solo foi realizada a calagem para a correção da acidez do solo, utilizando-se o calcário dolomítico finamente moído (PRNT=100%), calculando a quantidade para elevar a saturação de bases a 65%.

Os vasos foram mantidos úmidos por meio da adição de água destilada e incubados por 30 dias. Após esse período foi realizada a semeadura da soja, concomitante com a adubação de semeadura. As sementes foram tratadas com fungicida (Thiram®) na dose proporcional a 100 g i.a por 100 kg de semente. Anterior a prática da semeadura foi realizada a adução de potássio (K₂O), fósforo (P₂O₅), enxofre (S) e micronutrientes conforme as exigências da planta, com base nas análises química e granulométrica do solo, sendo o potássio parcelado 1/3 na semeadura e 2/3 após 40 dias.

A cultivar de soja utilizada foi a BMX Potência resistente ao glifosato (RG), com 98% de germinação e pureza. Anterior a semeadura, 45 minutos antes, as sementes de soja foram inoculadas com inoculante à base de turfa, contendo as bactérias *Bradyrhizobium elkani* (Estirpe Semia 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (Estirpe Semia 5079), apresentando uma concentração mínima de 5x10⁹ células viáveis por grama de inoculante, na dosagem de 100 g de inoculante em 50 kg de semente de soja. Em cada vaso foram semeadas cinco sementes de soja, sendo realizado posteriormente o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso, uniformes e equidistantes.

A unidade experimental foi constituída por vaso contendo 11 kg de substrato com duas plantas de soja por vaso. Os tratamentos foram constituídos por cinco dosagens de glifosato (0; 0,648; 1,296; 1,944 e 2,592 kg i.a. ha⁻¹). O delineamento experimental foi

inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram repetidos quatro vezes a fim de minimizar erros experimentais.

Foi realizada uma aplicação com glifosato, no período vegetativo, sendo no estágio V2, a aplicação foi realizada com pulverizador costal pressurizado por CO₂ à pressão constante de 2,5 kgf cm⁻², equipado com barra de aplicação com uma ponta do tipo leque, modelo Teejet XL 110.02 VS, calibrado para um volume de calda proporcional a 200 L ha⁻¹.

Assim que chegaram ao estágio V4, foram recolhidas para análise.

O teor de clorofila foi determinado por meio do aparelho SPAD-502 no estágio V4, sendo avaliada a leitura SPAD, ou seja, realizou a determinação indireta do teor de clorofila, com uso do clorofilômetro SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development Section, Minolta Camera CO., Osaka, Japan). Para essa leitura, foi utilizada a terceira folha na haste principal totalmente expandida, em cada planta da unidade experimental. Foram realizadas quatro medições no limbo foliar, duas em cada lado da folha. Após as medições foram realizadas a médias das mesmas, utilizando o próprio medidor portátil de clorofila (SPAD-502).

A área foliar foi determinada pelo aparelho medidor "área meter" da Li Cor modelo LI 3100.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) conforme o delineamento descrito no item material e métodos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para o caso de diferenças significativas, foi realizada a análise de regressão, até o nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível registrar que as dosagens de glifosato não influenciaram na área foliar da cultivar de soja RR BMX Potência, sendo não significativo ($P > 0,05$). Dessa forma, é possível relatar que no período vegetativo V4, com aplicação do glifosato no estágio V2, essa cultivar não apresenta alteração na área foliar (Figura 1).

Estudos anteriores de Serra et al. (2011) observou que o uso de glifosato causava injurias no tecido foliar, algo que influenciava de forma visual os danos com o herbicida.

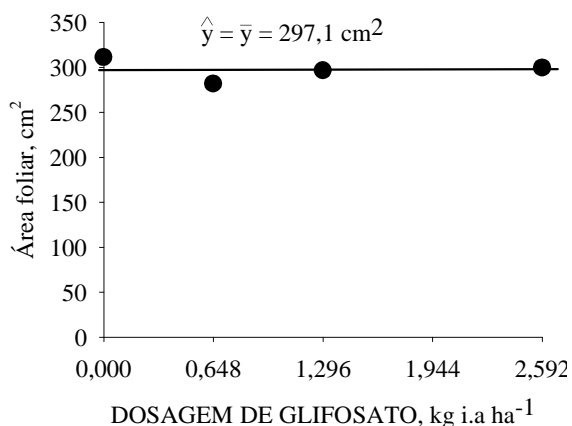


FIGURA 1. Determinação da área foliar da soja RR cultivar potência

As dosagens de glifosato influenciaram na leitura SPAD-502, ao nível de $P < 0,05$. Fato que pode estar influenciado pela formação de compostos secundário que levam a redução do teor de clorofila, sendo tal composto secundário determinado por (Zabloto, et al., 2008) como AMPA, sendo o mesmo fitotóxico.

Assim como observado por Serra et al. (2011), houve um visível dano no tecido foliar com a aplicação de glifosato, dano que pode estar relacionado a formação de compostos secundário, assim como o AMPA, que pode levar a redução do teor de clorofila foliar.

Dessa forma é possível observar que mesmo nos estádio iniciais de desenvolvimento o glifosato pode estar causando danos no teor de clorofila, reduzindo assim as leituras SPAD-502 ao passo que aumenta as dosagens do mesmo.

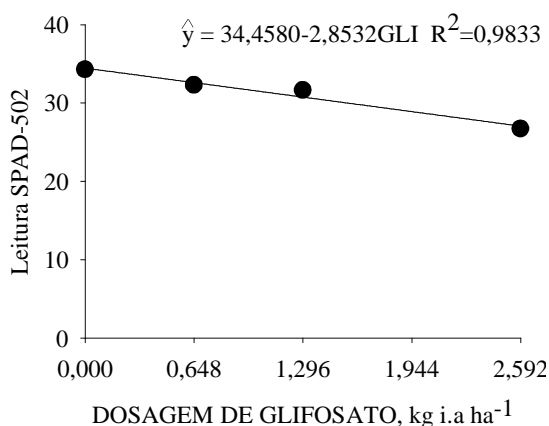


FIGURA 2. Leituras SPAD-502 da soja RR cultivar BMX Potência, no período vegetativo V4.

A massa seca aérea das plantas não diferiu significativamente pelo teste F ($P > 0,05$). As dosagens de glifosato aplicadas no período vegetativo V2 não tiveram efeito nas avaliações realizadas no período V4. Serra et al. (2011) observaram que, conforme aumentava as dosagens de glifosato reduzia a massa seca aérea da soja RR cultivar 'P98R31 RR', no entanto, esses autores avaliaram esse variável no

estádio V8, sendo os tratamentos aplicados no estádio V2. É provável que a falta de resposta no presente trabalho se deva ao curto espaço de tempo entre a aplicação e as avaliações.

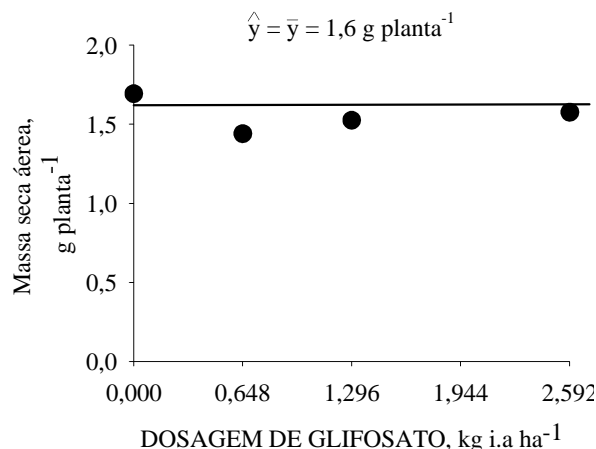


FIGURA 3. Massa seca aérea da soja RR cultivar BMX Potência, no período vegetativo V4.

CONCLUSÕES

As dosagens de glifosato não influenciaram na área foliar da cultivar de soja RR BMX Potência no período vegetativo V4. No entanto, houve efeito significativo nas leituras SPAD-502, havendo um decréscimo na leitura SPAD-502 à medida que aumentaram-se as doses.

AGRADECIMENTOS

Pelo apoio do Dr Ademar Pereira Serra (Embrapa-CNPQC) que nos orientou, e pela Fundect pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- BELLALOU, N. et al. Effects of glyphosate application on seed iron and root ferric (III) reductase in soybean cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.57, p.9569-9574, 2009.
- EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Rio de Janeiro, Editora EMBRAPA, 2006. 169p.
- DE MARÍA, N. et al. Alterations induced by glyphosate on lupin photosynthetic apparatus and nodule ultrastructure and some oxygen diffusion related proteins. *Plant Physiology Biochemistry*, v.43, p.985-996, 2005.
- DE MARÍA, N., DE FELIPE, M.R., FERNÁNDEZ-PASCUAL, M. Alterations induced by glyphosate on lupin photosynthetic apparatus and nodule ultrastructure and some oxygen diffusion related proteins. *Plant. Physiol. Biochem.* 43:985-996, 2005.
- PADGETTE, S. R. New weed control opportunities: Development of glifosato-tolerant soybeans. In:

- DUKE, S. O. (Ed.) Herbicide resistant crops. Boca Raton, CRC, 1995. 54-80p.
- REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. *Weed Science*, v.51, n.4, p.496-502, 2003.
- REDDY, K.N. et al. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.52, p.5139-5143, 2004.
- SANTOS, J.B. et al. Avaliação de formulações de glifosato sobre soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, v.25, n.1, p.165-171, 2007.
- SERRA, A.P.; MARCHETTI, M. E. ; CANDIDO, A. C. S. ; DIAS, A. C. R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. . Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. *Ciência Rural (UFSM. Impreso)*, v. 41, p. 77-84, 2011.
- SHANER, D.; BRIDGES, D. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glifosato). In: SHANER, D.; BRIDGES, D. *Herbicide action course*. West Lafayette, Purdue University, 2003. 514-529p.
- ZABLOTOWICZ, R.M. & REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. *Crop Prot.*, 26:370–376, 2007.
- ZOBIOLE, L.H.S. et al. Effect of glyphosate on symbiotic N₂ fixation and nickel concentration in glyphosateresistant soybeans. *Applied Soil Ecology*, v.44, p.176-180, 2010a.
- ZOBIOLE, L.H.S. et al. Glyphosate affects seed composition in glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.58, p.4517-4522, 2010b.