

## SEÇÃO 4 PLANTAS DANINHAS

### CAPACIDADE DE DESTOXIFICAÇÃO DE HERBICIDAS PELA SOJA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ADUBO FOLIAR A BASE DE FERRO

Juliano Luiz Schneider<sup>1</sup>; José Carlos Vieira de Almeida<sup>1</sup> e Otávio Jorge Grigoli Abi Saab<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Celso Garcia Cid | Pr 445 Km  
380 Londrina, PR, Brasil. E-mail: rondo\_agro@yahoo.com.br  
vieira@laborsolo.com.br e abisaab@uel.br

*RESUMO: Combinações de herbicidas visam o aumento do espectro de controle de plantas daninhas do complexo florístico, mas o controle químico pode ocasionar injúrias na soja. Dessa forma, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da aplicação foliar de um formulado com ferro, molibdênio e nitrogênio, em doses e épocas diferentes na cultura da soja com a fitotoxicação provocada pela aplicação de chlorimuron-ethyl + lactofen. O ensaio foi instalado utilizando o delineamento de blocos ao acaso, com 10 tratamentos distribuídos em quatro repetições. Foi avaliada a produtividade, inserção da primeira vagem, fitotoxidade aos 10 dias após a aplicação e peso de 1000 sementes. Análises de variância mostraram que só houve diferença significativa, pelo teste Tukey a 5%, entre os tratamentos para fitotoxidade inicial e inserção da primeira vagem. Já os resultados de produtividade não apresentaram diferença significativa, o mesmo aconteceu com o peso de 1000 sementes. O adubo foliar (5% Fe, 3% Mo, 15% N) aplicado nas doses de 0,5, 1,0 e 3,0% v/v, 4 dias antes, na mesma calda de pulverização e 4 dias depois da aplicação dos herbicidas não refletiram em uma recuperação significativa da fitotoxidade na soja em relação a mistura dos herbicidas.*

*PALAVRAS-CHAVE: Glycine max; fitotoxidade; citocromo P450 oxidase*

### CAPACITY DETOXIFICATION OF HERBICIDES BY SOYBEAN DUE TO APPLICATION OF FOLIAR FERTILIZER MADE FROM IRON

*ABSTRACT: Combinations of herbicidas aim at the increase of the specter of control of harmful plants of the florístico complex, but the chemical control can cause injuries in the soy. In such a way, the present study was developed with the objective of evaluate the influence of the foliar application formulated with iron, molybdenum and nitrogen, in different doses and times in the culture of the soy with the fitotoxicação provoked for the application of chlorimuron-ethyl + lactofen. The assay was installed using the delineation of blocks to, with 10 treatments perhaps distributed in four repetitions. They had been evaluated the productivity, insertion of the first string bean, fitotoxidade to the 10 days after the application and weight of 1000 seeds. Analyses of variance had shown that only it had significant difference for the Tukey test 5% between the treatments for initial fitotoxidade and insertion of the first string bean. Already the production results had not presented significant difference, the same happened with the weight of 1000 seeds. The foliar seasoning (5% Fe, 3% Mo, 15% N) applied in the doses of 0,5, 1,0 and 3.0% v/v and the 4 days before, together and 4 days after the application of the herbicidas did not reflect in a significant recovery of the fitotoxidade in the soy in relation the mixture of the herbicidas.*

*KEYWORDS: Glycine max; fitotoxidade; cytochrome P450 oxylase*

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no ano de 2011 foi de 74 941 773 toneladas, com área colhida de 24 050 418 hectares e rendimento médio de 3,116 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2012).

A busca por altos rendimentos de grãos na cultura da soja está relacionada com a interferência das plantas daninhas, onde estas, além de aumentar o custo de produção, diminuem a qualidade do produto pela competição que imprimem na lavoura (Constantin e Oliveira, 2005). Diminuição do rendimento é afetada pela densidade de plantas (Ruedell et al., 1981); pelo ciclo das cultivares de soja (Chemale e Fleck, 1982). Outras características podem interferir o manejo de plantas daninhas na cultura da soja, como: período de interferência das invasoras (Durigan et al., 1983) e época de semeadura da cultura da cultura (Saccol et al., 1981). Vale ressaltar que o controle deficitário ou inadequado das plantas daninhas pode provocar queda no rendimento de grãos e na qualidade da soja.

Os estudos de seletividade dos herbicidas normalmente são feitos em conjunto com a eficiência dos mesmos (Machado, 1988; Stroher e Haden, 1993; Osipe et al., 1997; Weller, 2002). Desta forma, há a possibilidade que os resultados de fitotoxicidade sejam confundidos devido à interferência das plantas daninhas. Portanto, em vista da necessidade de misturas de herbicidas para aumentar o espectro de controle e eficiência, torna-se primordial conhecer, também, os efeitos destas misturas sobre as culturas (Souza et al., 2002).

Combinações de herbicidas visam o aumento do espectro de controle de plantas daninhas do complexo florístico. Uma mistura comumente utilizada na cultura da soja é a de lactofen e chlorimuron, para o controle químico de plantas daninhas, mas estes podem provocar injúrias às culturas refletindo em produtividades menores.

Damião et al. (1992) relataram que o lactofen ocasionou expressivas alterações morfológicas internas e externas das folhas, nos locais onde foi depositado, e que a dose maior (0,36 kg i.a.ha<sup>-1</sup>) acentua os efeitos do produto sobre as plantas, sendo que as cultivares de soja apresentaram diferentes graus de sensibilidade ao produto. Wichert e Talbert (1993), testando diferentes doses de lactofen (0,22 e 0,44 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) e estádios de desenvolvimento da soja (V1 e V2) com a área mantida livre de plantas daninhas, não observaram diferenças significativas em relação à produtividade. Porém, Suwanketnikon e Panyakit (1995) encontraram diferenças entre cultivares quanto à tolerância de soja ao lactofen, relatando redução na produtividade com o aumento da dose aplicada (0,125 a 0,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Rezende (1995), na cultura da soja, também observou que o lactofen foi o herbicida mais fitotóxico inicialmente, seguido da dose mais alta de imazethapyr; porém, em ambos os tratamentos houve perfeita recuperação das plantas.

Carvalho et al., (1997), ao avaliarem a eficácia de chlorimuron-ethyl e suas mistura de tanque no controle de *Mimosa pudica*, concluíram que a mistura de chlorimuron-ethyl + imazethapyr não apresentaram controle, porém, as combinações com lactofen ou fomesafen proporcionou controle bom e aceitável, respectivamente.

O ferro é um elemento muito importante para todo metabolismo das plantas, sendo este um dos constituintes da proteína citocromo P450 oxidase, importante na destoxificação vegetal.

A maior parte do ferro nos vegetais é encontrada na molécula heme do citocromo, nos cloroplastos e nas mitocôndrias. Uma importante monoxigenase vegetal é a família das heme-proteínas, coletivamente chamadas de citocromo P450, as quais catalisam a hidroxilação do ácido cinâmico em ácido  $\rho$ -cumárico. Nas monoxigenases, o oxigênio é primeiramente ativado por ser combinado com o átomo de ferro do grupo heme; o NADPH serve como um doador de elétrons (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Várias são as ferramentas utilizadas na defesa das plantas, e a síntese metabólica de P450's é o alvo principal para melhorar a defesa contra insetos e patógenos. Herbicidas, poluentes e outros xenobióticos são metabolizados pelas enzimas P450 em algumas plantas. Estes citocromos P450's são ferramentas para modificar a tolerância a herbicidas, como marcadores de seleção e de biorremediação (MORANT et al., 2003).

A primeira consequência da má assimilação do ferro é uma clorose, o que indica menor produção de clorofila. O Fe participa da biossíntese do grupo heme (metaloporfirina) e, através deste, da formação da clorofila e de outras porfirinas (citocromos, catalases, peroxidases). Compostos com Fe, como os citocromos e a ferredoxina, participam do transporte eletrônico, junto com o Cu e o Mn. Plantas carentes em Fe têm atividade respiratória (consumo de O<sub>2</sub>, liberação de CO<sub>2</sub>) reduzida devido ao comprometimento do transporte de elétrons nas oxidações terminais que ocorrem nos mitocôndrios, começando no ferrocitocromo b indo até o oxigênio (Malavolta e Vitti, 1997).

Desta forma, se o fornecimento adequado de ferro na soja for realizado, poderá refletir em uma maior produção do citocromo P450 e, conseqüentemente, em uma destoxificação mais rápida, levando a um menor potencial de redução de produtividade.

O objetivo desse trabalho foi de avaliar e relacionar a resposta da aplicação foliar de um formulado com ferro, molibdênio e nitrogênio, em doses e épocas diferentes na cultura da soja com a fitotoxicação provocada pela aplicação de herbicidas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no ano agrícola de 2005/2006 na Fazenda São José do Guará - Rodovia Melo Peixoto (BR 369) - km 141, Ibiporã (PR), cujas coordenadas geográficas são: latitude 23°17' S, longitude 51°03' W e com 559 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima subtropical úmido com verão quente.

O solo do local experimental foi identificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa, 2,77% de matéria orgânica e declividade de 3%.

A semeadura foi realizada no dia 16 de novembro de 2005, mecanicamente, empregando o sistema de plantio direto, densidade de semeadura de 18 sementes por metro linear, profundidade de 4 cm, espaçamento de 50 cm entre linhas, constituindo uma população de 360.000 plantas/ha. O cultivar utilizado foi o BRS 185.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por 15m<sup>2</sup> de área total (6m x 2,5m) e 12 m<sup>2</sup> de área útil, constituída de 5 linhas de plantio. Os tratamentos avaliados foram três doses do adubo foliar (0,5%, 1,0% e 3,0 % v/v na calda) e três momentos de aplicação (quatro dias antes da aplicação dos herbicidas, junto a calda de aplicação dos herbicidas, quatro dias após a aplicação dos herbicidas e uma testemunha. O adubo foliar foi constituído por 5% de ferro, 3% de molibdênio e 15 % de nitrogênio. Na aplicação dos herbicidas, a soja estava no seu estágio V-3.

Os herbicidas utilizados foram Cobra (lactofen) 0,4 litros/ ha + Classic (chlorimuro-methyl) 0,04kg/ha aplicados em 19/12/2005 em pós-emergência, para todos os tratamentos. Foi acrescida a calda 0,05% de Assist (óleo mineral).

A aplicação foi realizada com pulverizador Costal Pressurizado com CO<sub>2</sub>, barra de aplicação contendo quatro pontas de jato plano (leque) Teejet XR 110:02, distanciadas 50 cm uma da outra, pressão de 280 kPa, produzindo um volume de calda de 200 litros/ha.

Foi avaliada a interferência da aplicação das doses de adubo foliar a base de ferro, em momentos distintos de aplicação e a recuperação das plantas de soja da fitotoxicação dos herbicidas.

A avaliação visual de fitotoxicação inicial foi realizada, aos 10 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas.

A medição da inserção da primeira vagem foi feita com ajuda de uma régua, avaliando dez plantas de cada parcela, no momento da colheita.

Para se determinar a produtividade, foi amostrada uma área de 4m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela, não se realizando a coleta no início e laterais das parcelas. Com essa coleta foi possível determinar a produtividade por hectare de cada parcela e peso de 1000 sementes.

Os dados foram analisados através de análise de variância e comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados provenientes da aplicação do adubo foliar estão demonstrados nas tabelas 1 e 2.

Para a fitotoxicidade (Tabela 1), o tratamento 7, com 3,0% do adubo foliar, provocou maior dano à soja aos 10 DAA, seguido dos demais tratamentos em que o adubo foliar, também, foi aplicado junto com a solução de herbicidas, a 0,5 e 1%, os quais provocaram fitotoxicidade à soja, superiores em relação aos tratamentos restantes, que não diferenciaram-se significativamente dentre eles. Segundo TAIZ e ZEIGER (2004), isso pode ter sido provocado pela aproximação dos pH's, intracelular e extracelular, diminuindo a seletividade da membrana e possibilitando que uma maior quantidade de herbicidas fosse absorvida pela planta. A uréia presente na formulação do adubo foliar pode ter sido responsável por essas mudanças nos pH's.

A fitotoxicidade, em função da aplicação dos adubos foliares junto com a solução de herbicidas, também pode ter influenciado a altura da inserção da primeira vagem na planta de soja em relação ao solo (Tabela 1), onde se verificou que o tratamento 7 promoveu a menor altura de inserção da vagem do solo em relação ao tratamento 2 e à testemunha.

**Tabela 1** – Fitotoxicidade apresentada aos 10 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas e altura da inserção da primeira vagem na planta de soja em relação ao solo (cm) com adição de adubo foliar (v/v), aplicado em diferentes momentos. Ibitiara-PR. 2006.

TRATAMENTOS	Dose de adubo foliar (v/v) e momento aplicado	Fitotoxidade (%)	Inserção da primeira vagem (cm)
1	Testemunha	10 c	17,80 ab
2	0,5% e 4 dias antes dos herbicidas	10 c	18,37 a
3	1,0% e 4 dias antes dos herbicidas	10 c	16,77 abc
4	3,0% e 4 dias antes dos herbicidas	10,26 c	16,00 abc
5	0,5% e junto dos herbicidas	20 b	16,12 abc
6	1,0% e junto dos herbicidas	20 b	16,22 abc
7	3,0% e junto dos herbicidas	25,25 a	14,45 c
8	0,5% e 4 dias depois dos herbicidas	10 c	16,02 abc
9	1,0% e 4 dias depois dos herbicidas	10,5 c	15,57 abc
10	3,0% e 4 dias depois dos herbicidas	10 c	15,00 bc
CV(%)		3,03	7,68

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística significativa de produtividade entre os tratamentos. Porém, Suwanketnikon e Panyakit (1995) encontraram diferenças entre as cultivares quanto à tolerância de soja ao lactofen, reduzindo a produtividade com o aumento da dose aplicada (0,125 a 0,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos 5, 6 e 7, em que o adubo foliar foi aplicado junto com a calda de herbicidas, proporcionaram uma boa recuperação de plantas, pois as mesmas apresentaram maior fitotoxidade inicial. Apesar de não haver diferença significativa, em números absolutos a produtividade dos tratamentos 5, 6 e 7 (onde a aplicação de adubo e herbicida foi conjunta) foi maior, podendo sugerir o efeito do momento de aplicação.

Deve-se ressaltar que valores de produtividade obtidos foram baixos, uma vez que a área utilizada era de produção comercial e com limitações de fertilidade. Assim mesmo, os resultados de obtidos mostraram que a soja cultivar BRS 185 apresentou capacidade de destoxificação em função da recuperação diante às fitotoxidades iniciais provocadas por herbicidas.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos também na avaliação do peso de 1000 sementes (Tabela 2). Segundo Velini et al. (1992), são conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem produzir-lhes efeitos visualmente detectáveis, bem como, existem herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas, mas que permitem às mesmas, manifestar plenamente seus potenciais produtivos.

**Tabela 2** – Produtividade da soja e peso de 1000 grãos de soja em cada tratamento com a aplicação de herbicidas pós-emergentes e adubo foliar em diferentes momentos. Ibitiporã-PR. 2006.

TRATAMENTOS	Dose de adubo foliar (v/v) e momento aplicado	Produtividade (kg/ha)	Peso de 1000 sementes
1	---	1314,37 a	143,75 a
2	0,5% e 4 dias antes dos herbicidas	1468,32 a	150,00 a
3	1,0% e 4 dias antes dos herbicidas	1488,55 a	146,25 a
4	3,0% e 4 dias antes dos herbicidas	1566,32 a	146,25 a
5	0,5% Junto dos herbicidas	1832,70 a	148,75 a
6	1,0% Junto dos herbicidas	1767,12 a	151,25 a
7	3,0% Junto dos herbicidas	1921,85 a	160,00 a
8	0,5% e 4 dias depois dos herbicidas	1667,70 a	165,00 a
9	1,0% e 4 dias depois dos herbicidas	1736,85 a	147,50 a
10	3,0% e 4 dias depois dos herbicidas	1858,27 a	166,25 a
CV(%)		19,67	8,16

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e nas condições de realização do experimento pode-se concluir que o adubo foliar (5% Fe, 3% Mo, 15% N) aplicado nas doses de 0,5, 1,0 e 3,0% v/v e 4 dias antes, conjuntamente e 4 dias após a aplicação dos herbicidas, não refletiu numa recuperação significativamente maior da fitotoxicidade na soja, em relação a mistura dos herbicidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, J.A.; MARICONDI, P.F.; SANTOS, V.L.M. Eficácia do herbicida chlorimuron-ethyl e misturas no controle de *Mimosa pudica* e na seletividade à cultura da soja “seriema”. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 21., Caxambu, 1997. Resumos. Caxambu: SBCPD, 1997. p.59.

CHEMALE, V.M.; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.), sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, Campinas, v.2, n.5, p.36-45, 1982.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, RS. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. **Potafós: Informações Agrônomicas**, n.109, p. 14-15, 2005.

DAMIÃO FILHO, C.F.; CORSO, G.M.; ANDRADE, V.M.M. Efeitos do herbicida lactofen sobre três cultivares de soja. **Planta Daninha**, v.10, p.17-24, 1992.

DURIGAN, J.C., VICTORIA FILHO, R., MATUO, T. et al. Períodos de mato competição na cultura na soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa e IAC-2. II-Efeito sobre características morfológicas das plantas e constituição química dos grãos. **Planta Daninha**,

Campinas, v.2, n.6, p.101-114, 1983.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em: 05 ago. 2012.

MACHADO, S.L.O. Eficiência e seletividade de imazethapyr, aplicado em duas épocas, no controle de plantas daninhas em soja. Santa Maria: UFSM, 1988. 12p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319p.

MORANT, M.; BAK S.; MOLLER, B.L.; WERCK-REICHHART, D. Plant cytochromes P450: tools for pharmacology, plant protection and phytoremediation. **Curr Opin Biotech**, 2003. 14:151–162.

OSIPE, R.; NISHIMURA, M.; LOPES, D. Avaliação da eficiência e seletividade de herbicidas aplicados em mistura de tanque, em pós-emergência na cultura da soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 21., Caxambu, 1997. Resumos. Caxambu: SBCPD, 1997. 482p.

REZENDE, A. M. de. **Eficácia e seletividade dos herbicidas imazethapyr e flumioxazin, na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 1995. 105 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - FCAV/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RUEDELL, J., BARNI, N.A., SEDYIAMA, T. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao efeito conjugado do arranjo de plantas e herbicidas. II Componentes de rendimento e características agrônomicas. **Agronomia Sulriograndense**. Porto Alegre, v.2, n.17, p.205-224, 1981.

SACCOL, A.V., SCHNEIDER, F.M., HELDWEIN, A.B. Influência da época de semeadura e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e algumas características agrônomicas da soja cultivada em solo hidromórfico. In: **Reunião de pesquisa de soja da região sul**, 1981. Passo Fundo, RS, Contribuição do Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS: CCR/UFSM. p.39-44, 1981.

SOUSA, R.T.; CONSTANTIN, J.; VELINI, E.D.; MONTORIO, G.A.; MACIEL, C.D.G. Seletividade de combinações de herbicidas latifolicidas com lactofen para a cultura de soja. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.99-106, jan./mar. 2002.

STROHER, I.H.; HADEN, E. Avaliação da eficiência e seletividade de bentazon em mistura com outros herbicidas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS**, 19., Londrina, 1993. Resumos. Londrina: SBHED, 1993. p.94-95.

SUWANKETNIKON, R.; PANYAKIT, E. Postemergence application of acifluorfen, fomesafen and lactofen for broadleaf weed control in soybean. In: **ASIAN-PACIFIC TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 288 e 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.



VELINI, E.D.; FREDERICO, L.A.; MORELLI, J.L.; MARUBAYASHI, O.M. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.10, p.13-16, 1992.

WELLER, S.C. **Selective Weed Control. Herbicide Action Course**. Purdue University, West Lafayette, IN 47907 2002, p.98-119.

WICHERT, R.A.; TALBERT R.E. Soybean (*Glycine-max* L.) response to lactofen. **Weed Science**, v.41, p.23-27, 1993.

---

Recebido para publicação em: 13/08/2012

Aceito para publicação em: 20/12/2012