

## EFICIÊNCIA AGRONÔMICA RESIDUAL DE ROCHAS FONTES DE POTÁSSIO PARA CULTURA DA SOJA NA REGIÃO DO ARENITO, ESTADO DO PARANÁ

RESIDUAL AGRONOMIC EFFECTIVENESS OF POTASSIUM ROCK SOURCES FOR SOYBEAN IN "ARENITO" REGION OF PARANA STATE, BRAZIL

SILVA, J.M.<sup>1</sup>; MIYAMOTO, F.M.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, F.A.de <sup>2</sup>; CASTRO, C.de<sup>2</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A.de<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica (IC/CNPq), <sup>2</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR; e-mail: jmoreira@cnpso.embrapa.br

### Resumo

Com o objetivo de avaliar a Eficiência Agronômica de rochas fontes de K foi instalado um experimento em outubro de 2006 na região de Jaguapitã, PR. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa/média e com baixa disponibilidade de K. O esquema experimental consistiu num fatorial (4 x 4), quatro fontes de K (fontes padrão: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e as Rochas Ultramáfica e Biotita Xisto) e quatro doses (0, 75, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). O delineamento foi em blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram aplicados somente na safra 2006/07 sendo o experimento posteriormente cultivado sob efeito residual, logo, serão apresentados os resultados referentes ao primeiro ano de efeito residual (safra 2007/08). A rocha Ultramáfica resultou em resposta estatisticamente idêntica à das fontes solúveis, apresentando, portanto, boa reatividade no solo. A EA da Biotita, por sua vez, foi inferior à das demais fontes. Assim, a utilização da rocha ultramáfica aparenta ser uma alternativa agronomicamente viável.

Palavras-chave: Rochas Potássicas, Fontes de K, Adubação.

### Introdução

O fornecimento de nutrientes para as culturas vem sendo em sua maioria, realizado por meio de fontes industrializadas, que apresentam alta concentração de nutrientes e, em alguns casos, ocorre à necessidade de importação de matérias-primas.

Sabe-se que, atualmente, o custo com correção do solo e adubação (fosfatada e potássica, principalmente) para a cultura da soja, por exemplo, representa aproximadamente 40 % do custo total. Muito embora existam no Brasil jazidas de potássio em exploração, o País continua fortemente dependente da importação deste nutriente para suprir a demanda. Estudos relacionados à fontes alternativas de K, mais precisamente rochas contendo minerais potássicos vêm sendo conduzidos por várias unidades de pesquisa da Embrapa e Universidades (Rede Agri-Rocha) e a princípio para o Paraná os resultados indicam viabilidade de utilização de alguns materiais ricos em Flogopita e/ou Biotita (Micas), podendo-se mencionar as rochas Ultramáfica e a Biotita Xisto. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência agronômica (EA) de rochas fontes de K sob efeito residual, quando comparadas as fontes de alta solubilidade, para a cultura da soja.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado em novembro de 2006, em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa/média localizado em Jaguapitã – PR, com teor de K de 0,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K trocável na camada superficial (0-20 cm) e 0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, na camada de 20 a 40 cm. O esquema experimental consistiu num fatorial 4 x 4, ou seja, quatro fontes de potássio (fontes padrão: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e as Rochas Ultramáfica e Biotita Xisto) e quatro doses (0, 75, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), totalizando 16 tratamentos. O delineamento foi em blocos completamente casualizados, com cinco repetições. A área total das parcelas foi de 30 m<sup>2</sup> (5 x 6 m). Na Tabela 1, pode-se visualizar as concentrações de K utilizadas para fins de cálculos das quantidades aplicadas.

Tabela 1. Concentrações de potássio nas rochas potássicas e nos fertilizantes solúveis

Fontes de K	Concentração <sup>1</sup> de K <sub>2</sub> O (%)
Ultramáfica	4,25
Biotita Xisto	3,44
KCl	58
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	44

<sup>1</sup> Concentrações totais para as rochas potássicas e solúveis em água para as demais fontes

Os tratamentos foram aplicados em outubro de 2006, sendo o experimento semeado no início de Novembro de 2006 com a cultivar BRS-184. Na safra seguinte (2007/08) o experimento foi conduzido sob efeito residual da aplicação anterior, utilizando-se a mesma cultivar. A principal variável analisada foi a produtividade da cultura, sendo este o parâmetro utilizado para calcular a EA das fontes de K.

A análise estatística para a EA das fontes foi realizada utilizando o teste t, comparando-se os coeficientes angulares dos modelos, conforme descrito por Chien et al. (1990). Para isso, torna-se necessário ajustar modelos com no máximo dois parâmetros, tais como: o linear, o semi-raiz quadrático ou o semi-logarítmico. Optou-se pelo modelo que apresentasse melhor coeficiente de determinação e menor coeficiente de variação.

A partir da razão entre os estimadores do modelo tendo-se como denominador o valor obtido com a fonte padrão (KCl) foi determinado o índice de eficiência agrônômica (IEA), expressando-se o mesmo em porcentagem.

### Resultados, Discussão e Conclusões

O modelo que melhor se ajustou a resposta da cultura foi o semi-logarítmico (Figura 1) e, na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros para o modelo ajustado, bem como, os respectivos valores de IEA.

Sob efeito residual, somente a rocha Ultramáfica apresentou IEA estatisticamente semelhante às fontes solúveis, apresentando, portanto, maior potencial de utilização. Adicionalmente, na safra 2007/08 ocorreram, novamente, períodos de déficit hídrico que comprometeram a obtenção de altas produtividades.

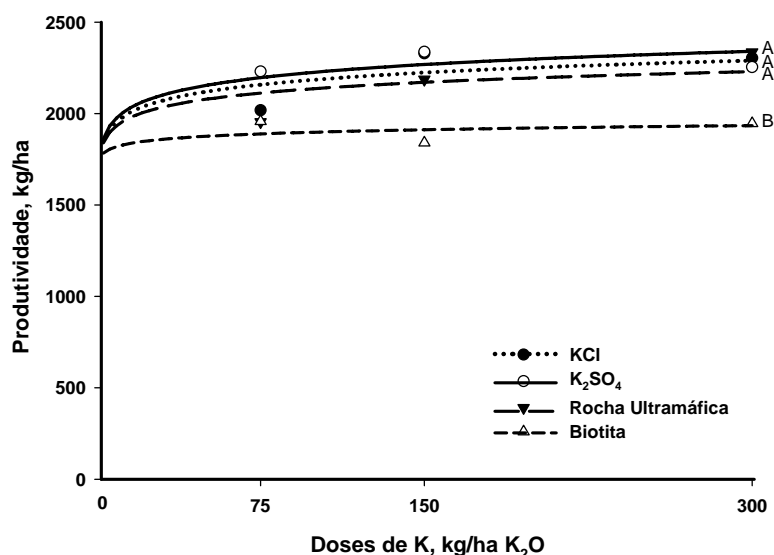


Fig. 1. Produtividade de grãos de soja em função das doses de K. Jaguapitã, Safra 2007/08

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da equação de regressão<sup>1</sup> ajustada para a produtividade de soja em função das doses de K aplicadas e, os respectivos valores de Índice de Eficiência Agronômica (IEA). Safra 2007/08, Jaguapitã, PR

Fonte de K	Parâmetro	Produtividade de soja	
		Estimativa dos parâmetros	IEA
			%
	$\beta_0$	1747,00000	
KCl	$\beta_1$	95,09766** A	100
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\beta_2$	103,98477** A	109
Ultramáfica	$\beta_3$	84,53316* A	89
Biotita Xisto	$\beta_4$	32,76080** A	34
CV (%)	4,49		
R <sup>2</sup>	0,99		

<sup>1</sup> Modelo Logarítmico

\*\*;\* significativo ao nível de 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente;

Muito embora as produtividades tenham sido baixas, a utilização da rocha ultramáfica aparenta ser uma alternativa agronomicamente viável. Além disso, respostas distintas entre as rochas fontes de K estão associadas principalmente à composição mineralógica das mesmas que levam a maior ou a menor reatividade no solo.

#### Referências

CHIEN, S.H.; SALE, P.W.G.; FRIESEN, D.K. A discussion of the methods for comparing the relative effectiveness of phosphate fertilizers varying in solubility. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 24, p. 1 49-157, 1990.

## SENSIBILIDADE AO GLIFOSATO E ADUBAÇÃO FOLIAR NA PRODUTIVIDADE DE SOJA RR

GLYPHOSATE SENSIBILITY AND FOLIAR FERTILIZATION IN GLYPHOSATE-RESISTANT SOYBEAN PRODUCTIVITY

PRANDO, A.M.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, F.A.de<sup>1</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A. de<sup>1</sup>; CASTRO, C.de<sup>1</sup>; ZOBIOLE, L.H.S.<sup>2</sup>; MIYAMOTO, F.M.<sup>1</sup>; SILVA, J.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá.

e-mail: falvares@cnpso.embrapa.br

### Resumo

Sintomas de clorose internerval podem ocorrer em cultivares de soja RR, em sequência à aplicação do herbicida glifosato. Esses sintomas assemelham-se as deficiências nutricionais, induzindo ao uso de fertilizantes foliares para a remediação dos sintomas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo com glifosato sobre o rendimento de grãos e a eficiência agrônômica da aplicação foliar de fertilizantes minerais e organominerais em soja RR. O experimento foi instalado em Jaguapitã/PR, em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa/média, na safra 2007/08. Os tratamentos foram dispostos em esquema (3 + 5), em blocos casualizados e quatro repetições, sendo (T1) aplicação de 3,0 L/ha de glifosato em V4; (T2): aplicação de 3,0 L/ha de glifosato em V4, com capina sequencial; (T3) aplicação de 3,0 L/ha glifosato em V4 + 2,0 L/ha glifosato (sequencial num intervalo de 15 dias); (T4): T3 + Mn (1,5 kg/ha MnSO<sub>4</sub> + 0,5 % Uréia); (T5): T4 + Fe (1,5 kg/ha Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>); (T6): T5 + Zn (1,5 kg/ha ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O), T7 - (T6) + S (2 kg/ha S), T8 - (T6) + Aminoácidos (340 g/ha N; 60 g/ha K<sub>2</sub>O; 160 g/ha S). A aplicação dos tratamentos fertilizantes foi realizada 15 dias após a segunda aplicação do herbicida. Realizou-se a colheita da parte central da parcela e os dados de produção foram corrigidos a 13 % de umidade e estimada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. O manejo do mato com glifosato em aplicação sequencial não interferiu no rendimento de grãos da soja RR. A aplicação foliar de micronutrientes não foi eficiente para antecipar a recuperação dos sintomas induzidos pelo glifosato, nem aumentar o rendimento de grãos de soja RR.

Palavras-chave: *Glycine max*, fitotoxicidade, deficiência nutricional, aplicação foliar, micronutrientes.

### Introdução

No Brasil, a área cultivada com cultivares de soja Roundup Ready® (RR) vêm aumentando significativamente. No Estado do Paraná, durante a safra 2007/2008, estima-se que aproximadamente 50 % da área total de soja foi cultivada com cultivares transgênicas, o que corresponde a algo em torno de dois milhões de hectares (Dall'Agnol et al., 2007).

Têm-se observado que as cultivares de soja RR podem apresentar sensibilidade ao glifosato. Os sintomas de fitotoxicidade caracterizam-se por clorose internerval de folhas novas, desencadeada pela interrupção do metabolismo de produção de aminoácidos aromáticos e acúmulo de ácido chiquímico, especificamente a inativação da enzima 3EnolPiruvilShikimato5Fosfato Sintetase - EPSPS, com consequência para a síntese de precursores de clorofila, além da destruição de cloroplastos (Campbell et al., 1976).

Contudo, o ponto comum entre as lavouras onde têm ocorrido esses sintomas, é a maior evidência de clorose onde houve a aplicação sequencial do glifosato. Na soja RR, os sintomas de fitotoxicidade se expressam em sequência à aplicação do herbicida, mas desaparecem gradualmente ao longo de 10 a 15 dias. Os efeitos da aplicação de glifosato em cultivares de soja RR sensíveis ainda não foram relacionados com redução da produtividade.

Os sintomas de fitotoxicidade causada pela aplicação de glifosato, assemelha-se às deficiências nutricionais de Manganês (Mn) e de Ferro (Fe) e, isso tem levado os produtores ao uso de fertilizantes foliares como alternativa para amenizar ou suprir uma provável deficiência nutricional. Esses sintomas não só tem ocorrido em solos com baixa disponibilidade natural de micronutrientes, tais como os solos dos Cerrados, mas, também, em áreas com adequada ou até muito alta disponibilidade destes nutrientes. A definição de estratégias de manejo

realmente eficazes em amenizar os efeitos da aplicação de glifosato em soja RR é fundamental para garantir produtividade elevada e uso racional de fertilizantes foliares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo com glifosato sobre o rendimento de grãos e a eficiência agrônômica da aplicação foliar de fertilizantes minerais e organominerais para a remediação dos sintomas de clorose em soja RR.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, na safra 2007/2008, no município de Jaguapitã, noroeste do Estado do Paraná. O solo do local do experimento é do tipo Argissolo Vermelho Amarelo distrófico com textura média/arenosa (150/120 g/kg de argila) e baixa fertilidade natural, com V = 52%, níveis médios de P e K, Cu, Fe, Mn e Zn.

Foi utilizada a cultivar de soja transgênica FT Cascavel RR. A semeadura ocorreu em 20.12.2007, utilizando-se uma densidade populacional de 300.000 plantas/ha.

Foram avaliados cinco produtos com potencial agrônômico para acelerar a recuperação dos sintomas de clorose induzida por glifosato, em doses calculadas com base na recomendação do fabricante. O experimento foi instalado em esquema (3 + 5) sendo: (T1) aplicação de 3,0 L/ha de glifosato em V4; (T2): aplicação de 3,0 L/ha de glifosato em V4, com capina sequencial; (T3) aplicação de 3,0 L/ha glifosato em V4 + 2,0 L/ha glifosato (sequencial num intervalo de 15 dias); (T4): T3 + Mn (1,5 kg/ha  $MnSO_4$  + 0,5 % Uréia); (T5): T4 + Fe (1,5 kg/ha  $Fe_2(SO_4)_3$ ; (T6): T5 + Zn (1,5 kg/ha  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ), T7 - (T6) + S (2 kg/ha S), T8 - (T6) + Aminoácidos (340 g/ha N; 60 g/ha  $K_2O$ ; 160 g/ha S). O glifosato foi aplicado em V4 e 15 dias após a primeira aplicação. Os fertilizantes foliares foram aplicados 15 dias após a segunda aplicação do herbicida.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas apresentaram área de 28 m<sup>2</sup> (4x7 m).

Realizou-se a colheita dos grãos da parte central de cada parcela totalizando 3,15 m<sup>2</sup>, no dia 11.04.2008. Os valores da produção de grãos foram corrigidos para 13% de umidade dos grãos e a produtividade foi estimada em kg/ha.

Realizou-se análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

### Resultados e discussão

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o rendimento de grãos e o peso de 100 sementes de soja (Tabela 1). O manejo do mato com glifosato não interferiu na produtividade da cultivar de soja FT Cascavel que apresentou sintomas de clorose em resposta à aplicação de glifosato, por um período de pelo menos 10 dias após a aplicação. Quando foi realizada a aplicação seqüencial do herbicida, a duração dos sintomas foi prolongada. Entretanto, este efeito também não influenciou significativamente no rendimento de grãos.

Em estudo sobre a ação fitotóxica de glifosato em soja, observou-se clorose nas folhas mais jovens das plantas em resposta à aplicação de glifosato, porém, esses sintomas não refletiram em redução do crescimento nem do rendimento de grãos (INTA, 1997).

Tabela 1. Rendimento e Peso de 100 sementes de soja em função do número de aplicações de glifosato e dos fertilizantes foliares minerais e organominerais utilizados.

Tratamento		Rendimento*	Peso 100 sementes*
		Kg/ha	g
1	Glifosato em V4	2356	14,4
2	Glifosato em V4 + capina	2355	15,2
3	Glifosato em V4 + Glifosato 15 DAA	2456	15,2
4	Glifosato (seqüencial) + Mn	2771	15,5
5	Glifosato (seqüencial) + Mn + Fe	2888	15,7
6	Glifosato (seqüencial) + Mn + Fe + Zn	2876	15,6
7	Glifosato (seqüencial) + Mn + Fe + Zn + S	2574	15,8
8	Glifosato (seqüencial) + Mn + Fe + Zn + aa.	2764	15,8

\* - Não significativo a 5 de probabilidade pelo teste de Tukey.

A aplicação foliar de micronutrientes não aumentou significativamente o rendimento de grãos nem o peso de 100 sementes, apesar da disponibilidade natural reduzida destes nutrientes no solo. Em todos os tratamentos as plantas se recuperaram e os sintomas de clorose internerval desapareceram antes do final do período vegetativo.

De acordo com Gordon (2007) a fertilização com micronutrientes posterior à aplicação de glifosato pode ser efetiva na recuperação dos sintomas. No presente trabalho, a aplicação de fertilizantes foliares foi realizada dentro do período vegetativo de desenvolvimento, porém tardiamente em relação ao início dos sintomas, o que pode ter influenciado nos resultados de rendimento. Assim, é necessário o aprofundamento do estudo para avaliação de nutrientes na remediação dos sintomas de clorose induzida por glifosato, considerando, fontes, doses e épocas de aplicação.

A clorose internerval induzida pela aplicação de glifosato pode estar relacionada à alterações nutricionais nas plantas (Franchini et al., 2008) e refletem alterações fisiológicas importantes na transpiração e taxa fotossintética (Zobiolo, dados não publicados). Corroboram estas informações a constatação de que os sintomas são mais freqüentes em regiões quentes e com períodos de estiagem. Dessa forma, os tratamentos de aplicação de fertilizantes podem não ser efetivos para a remediação dos sintomas de clorose em soja RR. Os sintomas tendem a desaparecer naturalmente, com a recuperação da atividade metabólica das plantas.

### **Conclusões**

O manejo do mato com glifosato em aplicação seqüencial não interferiu no rendimento de grãos da soja RR.

A aplicação foliar de micronutrientes não foi eficiente para antecipar a recuperação dos sintomas induzidos pelo glifosato, nem aumentar o rendimento de grãos de soja RR.

### **Referências**

- CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. **Weed Science**, v. 24, p. 22-25, 1976.
- DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A.C; LAZZAROTTO, J.J; HIRAKURI, M.H; OLIVEIRA, A.B.O **Complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina. Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 43).
- FRANCHINI, J. C.; BABUJIA, L. C.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M. Alterações na nutrição mineral da soja induzidas pela transgenia e o manejo com herbicidas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 296-298. (Embrapa Soja. Documentos, 304).
- INTA. **Para mejorar la produccion soja campana 1997/98**. Buenos Aires: Oliveros, 1997. p.63-66.

## FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE INOCULANTES LÍQUIDO COMPOSTO DE CORANTES E BIOPROTETOR

FORMULATION AND EVALUATION OF LIQUID INOCULANT COMPOSED BY DYES AND BIOPROTETOR.

BONDEZAN, A.<sup>1</sup>; CAMPO, R.J.<sup>2</sup>; MIURA, L. M.<sup>2</sup>; HUNGRIA M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, PR, <sup>2</sup> Embrapa Soja, Caixa Postal 231. CEP 86001-970, Londrina, PR; e-mail rjcampo@cnpsa.embrapa.br

### Resumo

A eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) depende de fatores como qualidade dos inoculantes e da inoculação. Para um inoculante ser de boa qualidade ele precisa possuir alta população de *Bradyrhizobium*, ser de fácil aplicação e adesão às sementes, permitir a visualização da qualidade de inoculação, proteger as bactérias do calor e da luz solar, inibir os efeitos tóxicos dos agrotóxicos e micronutrientes incorporados a semente e, de preferência, que eles permitam fazer inoculação antecipada à semeadura. Assim, alguns inoculantes líquidos compostos de corantes e bioprotetor celular foram formulados para avaliar a qualidade dos inoculantes e da inoculação. Meio de cultura foi formulado com protetor celular, corantes sintéticos e naturais e tampão, e inoculados com a estirpe SEMIA 5080 para crescimento a 30°C e armazenamento por 14 dias. Após maturação, a qualidade desses inoculantes foi avaliada por contagem em placas de Petri em meio ágar manitol aos sete, 14 e 33 dias e pela sobrevivência da bactéria nas sementes aos zero, quatro e sete dias, por contagem em placas de Petri em meio semi-seletivo e em plantas. Os resultados indicaram diferenças substanciais entre os corantes naturais e sintéticos. Os naturais não permitiram a sobrevivência da bactéria no meio testado e um dos corantes sintéticos, Levanyl Azul, permitiu boa diferenciação entre as sementes inoculadas. Verificou-se, ainda, que o bioprotetor favoreceu a sobrevivência da bactéria nas sementes.

Palavras –chave: *Bradyrhizobium*, qualidade inoculação, protetor celular e soja.

### Introdução

Independente dos fatores abióticos e bióticos, a maximização do processo de FBN depende de outros fatores como número de bactérias inoculado por semente, distribuição homogênea em todas as sementes e sua sobrevivência nas sementes (Campo e Hungria, 2004).

Os inoculantes, no passado, eram formulados em turfa. Quando aplicados nas sementes possuíam características de proteger as bactérias da luz solar, altas temperatura, agrotóxicos e micronutrientes aplicados nas sementes e de diferenciar as sementes inoculadas das não inoculadas, auxiliando os agricultores na qualidade do processo de inoculação. A distribuição uniforme do inoculante nas sementes é fundamental o sucesso da FBN. Caso o inoculante seja distribuído em 50% das sementes significa que 50% das plantas terão a eficiência da FBN reduzida. Atualmente, pela facilidade de fabricação e uso, mais de 50% dos inoculantes utilizados na cultura da soja são provenientes de formulações líquidas. Esses inoculantes não protegem as bactérias como os turfosos e, por serem de coloração opaca ou clara, não diferem as sementes inoculadas das não inoculadas. (Hungria *et al.*, 2007). Assim, formulações de inoculantes líquido foram incorporadas de bioprotetor celular e corante, natural e sintético, com o objetivo de aumentar a qualidade do inoculante e da inoculação.

### Materiais e métodos

Os estudos foram desenvolvidos na Embrapa Soja em 2008. Frações do meio de cultura (Singleton *et. al.*, 2002) foram preparadas e incorporadas com protetor celular, tampão, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, ambos na concentração de 0,75g/L, e os corantes: naturais à base de urucum e carmim e sintéticos a base de Levanyl Azul Gran e Levanyl Magenta B Gran. A esses tratamentos foram incluídas as testemunhas, meio original sem inoculação (M) e as testemunhas meio original inoculado (Mi) sem protetor e sem corantes e com o inoculante líquido comercial, em três repetições.

À exceção do tratamento sem inoculação e do inoculante comercial as demais formulações foram inoculadas com 6 ml de uma suspensão de *Bradyrhizobium*, estirpe SEMIA 5080, crescida em meio ágar manitol modificado por cinco dias que apresentou uma população de 5,0 x 10<sup>9</sup> células/ml. As formulações foram incubadas em sala de crescimento com agitação a 30° C por cinco dias e, após, armazenadas por 14 dias sem agitação, na mesma temperatura para maturação. A partir de então essas formulações foram avaliadas em placas de petri em meio ágar manitol e pela sobrevivência da bactéria nas sementes em placas de petri em meio semi-seletivo (Campo *et. al.*, 2006) e em plantas em casa de vegetação (Campo e Hungria, 2007).

Resultados, discussão e conclusões.

Qualidade dos inoculantes formulados - a primeira avaliação da qualidade dos inoculantes ocorreu após a maturação. O meio de cultura inoculado (Mi) apresentou o maior número de unidades formadoras de colônias (UFC) por ml de meio, mostrando que os demais inoculantes tiveram sua população de células afetadas pelas formulações (Tabela 1). Dentre as formulações testadas, a composta do protetor celular (PC) mais corante sintético II (CS II) mais tampão (T) apresentou o melhor resultado, não diferindo do inoculante comercial. Aos sete e 14 dias o Mi apresentou, aproximadamente, o mesmo número UFC. De forma similar ao observado no tempo zero, a formulação Mi+PC+CSII+T apresentou o melhor resultado entre as formulações, sendo igual ao inoculante comercial. As demais formulações apresentaram resultados intermediários. Aos 33 dias após maturação o tratamento Mi apresentou número de UFC inferior ao dos 14 dias, mas, ainda assim, igual a formulação Mi+PC+CSII+T. De forma similar ao observado nas avaliações anteriores, as formulações com corantes naturais, I e II, apresentaram ausência de UFC. As formulações sem o tampão apresentaram baixos números de UFC devido a queda de pH. Isso demonstra que é indispensável a adição de tampões para controlar as variações de pH, independente da adição de protetores celulares. Os valores de pH, variaram de 6,8, inicial, para 4,5, nas formulações sem tampão, enquanto que nas formulações com tampão os valores pH final ficaram acima de 6,0.

Tabela 1. Número de UFC divididos por 1.000.000, obtidos em meio ágar manitol dos inoculantes formulados aos zero, sete, 14 e 33 dias após a maturação. Londrina, PR. Embrapa Soja. 2008.

Tratamentos*	0 dia**	7 dias	14 dias	33 dias
1. Meio sem inoculação	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> d	< 1 x 10 <sup>-1</sup> d
2. Meio inoculado (Mi)	5 800 a	5 500 a	5 200 a	3 700 a
3. Mi+PC	810 c	270 cd	150 c	120 d
4. Mi+PC+CS I	370 d	580 c	180 c	260 c
5. Mi+PC+CS I+T	380 d	220 d	1 600 b	2 000 b
6. Mi+PC+CS II	180 e	270 c	220 c	270 c
7. Mi+PC+CS II+T	1 400 b	3 300 b	3 900 a	4 100 a
8. Mi+PC+CN I	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> d	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e
9. Mi+PC+CN II	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> d	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e
10. Inoculante comercial	1 900 b	3400 b	1 700 b	1 300 b
CV(%)	0,026	0,062	0,109	0,055

\*Tratamentos: PC = protetor celular, CS = corante sintético, T = tampão e CN = corante natural;

\*\*médias seguidas de mesma letra, na coluna, indicam que os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan;

Sobrevivência do *Bradyrhizobium* nas sementes através da sua recuperação em meio semi-seletivo - no dia da inoculação, pode-se observar que o tratamento Mi apresentou o maior número de UFC entre todos os inoculantes, seguido pelo inoculante comercial (Tabela 2). Aos quatro dias após inoculação ocorreu uma queda na recuperação das UFC do tratamento Mi em relação ao inoculantes comercial, Mi+PC+CSI+T e Mi+PC+CSII+T, indicando que houve uma maior mortalidade do *Bradyrhizobium* para o inoculante Mi sem adição de protetor ou corante. A exceção dos inoculantes compostos com corantes naturais os demais apresentaram valores intermediários. Aos sete dias após inoculação, a melhor recuperação foi do inoculante Mi+PC+CSI, seguido pelo Mi+PC+CSII+T. Nas formulações com corantes naturais, não se observou UFC. Esses resultados indicam que os corantes sintéticos são melhores.

Tabela 2. Número de UFC/ml de inoculante, divididos por 1000, obtidos por contagem em placas de petri em meio de cultura semi-seletivo aos zero, quatro e sete dias após inoculação das sementes. Londrina, PR. Embrapa Soja. 2008.

Tratamentos	0 dia*	4 dias	7 dias
1. Meio sem inoculação	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> d
2. Meio inoculado (Mi)	400 a	28 bc	19 d
3. Mi+PC	41 d	24 bc	22 cd
4. Mi+PC+CS I	27 e	8,6 d	110 a
5. Mi+PC+CS I+T	50 d	30 ab	33 bc
6. Mi+PC+CS II	20 e	13 c	15 d
7. Mi+PC+CS II+T	150 c	37 ab	44 b
8. Mi+PC+CN I	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e
9. Mi+PC+CN II	< 1 x 10 <sup>-1</sup> f	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e	< 1 x 10 <sup>-1</sup> e
10. Inoculante comercial	230 b	45 a	40 b
CV(%)	0,043	0,095	0,086

\*médias seguidas de mesma letra, na coluna, indicam que os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan;



Avaliação da sobrevivência do *Bradyrhizobium* nas sementes por infecção em plantas.

De forma similar ao realizado em placas de petri com meio semi-seletivo, a recuperação de células foi realizada por contagem em plantas através da inoculação de semente nos mesmos tempos e diluições usadas para inocular placas com meio semi-seletivo. As plantas permaneceram em casa de vegetação por 21 dias para determinação do número de UFC medidos pelo índice de infecção em plantas (Tabela 3).

Após a inoculação o inoculante comercial apresentou o maior número de UFC, seguido pelo tratamento Mi e Mi+PC+CSII+T. Formulações com o corante natural não apresentaram UFC, mesmo após inoculação. As demais formulações apresentaram valores intermediários (Tabela 3). Aos quatro dias após inoculação ocorreu uma queda na recuperação das UFC do inoculante comercial, do Mi e, especialmente, do Mi+PC+CSII+T. Por outro lado ocorreu substancial aumento no número de UFC do Mi+PC+CSI+T. Aos sete dias após inoculação, a melhor recuperação em plantas foi para o inoculante Mi+PC seguido pelo Mi+PC+CSI+T. De forma similar ao observado em meio semi-seletivo, os resultados indicam que os corantes sintéticos causam menos problemas na sobrevivência da bactéria do que os corantes naturais.

Tabela 3. Número de UFC, dividido por 1000, recuperadas por contagem em plantas em casa de vegetação aos zero, quatro e sete dias após inoculação das sementes. Londrina, PR. Embrapa Soja. 2008.

Tratamentos	0 Dia	4 Dias	7 Dias
1. Meio sem inoculação	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>
2. Meio inoculado (Mi)	85,0	46,0	8,5
3. Mi+PC	4,3	8,5	23,0
4. Mi+PC+CSI	9,2	8,5	4,6
5. Mi+PC+CSI+T	4,6	42,0	18,0
6. Mi+PC+CSII	3,0	0,55	4,6
7. Mi+PC+CSII+T	85,0	0,43	8,5
8. Mi+PC+CNII	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>
9. Mi+PC+CNII	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>	< 1 x 10 <sup>-1</sup>
10. Inoculante comercial	180,0	92,0	1,8

Qualidade da Inoculação dos Inoculantes Líquidos Formulados - Observou-se que entre os corantes testados, o corante sintético Levanyl Azul Gran cor azul, se destaca em relação aos demais para diferenciar sementes inoculadas das não inoculadas.

#### Conclusões

Os corantes sintéticos são melhores que os naturais, que mataram a bactéria;  
O protetor celular é fundamental para manter a sobrevivência do *Bradyrhizobium* nas sementes inoculadas;  
O melhor inoculante e que ofereceu a melhor qualidade de inoculação foi o formulado com o corante sintético a base de Levanyl Azul, bioprotetor e tampão.

#### Referências

- CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Efeito da aplicação de fungicidas, micronutrientes e inoculantes nas sementes de soja sobre a fixação biológica do nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DA SOJA, 2004, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2004. (CD Room).
- CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Protocolo para análise da qualidade e da eficiência agrônômica de inoculantes, estirpes e outras tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas. IN: REDE DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE INOCULANTES MICROBIANOS DE INTERESSE AGRÍCOLA (RELARE), XIII., 2007, Londrina. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja, Documentos nº 290).
- CAMPO, R.J.; MORETTI, E.M.; MOSTASSO, F.L, MIURA, L.M.; HUNGRIA, M. Recuperação de células de *Bradyrhizobium* em sementes de soja tratada, inoculada e armazenada. In: FERTBIO 2006, Bonito. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos 82) CD Room.
- HUNGRIA, M; CAMPO, R. J; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 212 p.(Embrapa Soja. Documentos nº, 283).
- SINGLETON, P.; KEYSER, H.; SANDE, E. Development and Evaluation of Liquid Inoculants. In: HERRIDGE, D ed. In: Inoculants and Nitrogen Fixation of Legumes in Vietnam. Hawaii: ACIAR Proceedings 109e. University of Hawaii NifTAL Project. Hawaii, USA. 2002.p.52-66.

## KIT DIAGNÓSTICO PARA DETECÇÃO PRECOCE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

### Diagnostic test to earlier detection of asian soybean rust

Luís Antonio Peroni<sup>1</sup>; Fernanda Alvarez Rojas<sup>1</sup>; Silvia Ferreira de Frick<sup>1</sup>; Gislaine Maria Ribeiro de Almeida<sup>1</sup>. e-mail: luis@rheabiotech.com.br

<sup>1</sup>Rheabiotech Desenvolvimento, Produção e Comercialização de Produtos de Biotecnologia LTDA.

Rua Servidão Quatro, 292 – São Domingo – Paulínia – SP – CEP: 13140-000

#### Resumo

A ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi descrita primeiramente no Brasil em 2001 e desde então tem apresentado um crescimento significativo a cada ciclo agrícola. Atualmente, há grande preocupação com este fungo, uma vez que está amplamente distribuído em todo território nacional, causando perdas econômicas entre 30% e 70%. A ferrugem induz a desfolha precoce da soja e a redução de peso do grão, causando, deste modo, uma redução significativa na produtividade. Os principais sintomas da ferrugem são observados inicialmente na face inferior das folhas, sendo caracterizados por minúsculos pontos, e que correspondem às estruturas reprodutivas do fungo, as urédias. No entanto, estas lesões nos seus estágios iniciais não são facilmente visíveis e identificáveis e podem, ainda, ser confundidas com outras infecções comumente encontradas na cultura da soja. Considerando a importância da detecção precoce desta infecção, foi desenvolvido um kit imunológico baseado no princípio do DIBA, usando uma membrana de nitrocelulose como suporte sólido e como anticorpo primário, um soro policlonal que detecta uma proteína específica do fungo. A revelação da reação é realizada usando um anticorpo secundário conjugado com fosfatase alcalina e o cromógeno Fast Red TR/Naftol (Sigma). Este kit permite o reconhecimento específico do fungo e o diagnóstico precoce da ferrugem com antecedência de cinco dias em relação ao método atual, baseado na visualização das lesões (urédias) com lupa. O novo kit ganha também importância por possibilitar o monitoramento da safra, evitando disseminação dos esporos e diminuição da aplicação de fungicidas.

**Palavras-chave:** ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, kit imunológico.

#### Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor e o primeiro maior exportador mundial de soja em grãos, sendo a China o maior importador do grão, com 40% do comércio global, seguido por Europa e Japão (Biodieselbr.com). O primeiro foco da ferrugem da soja, cujo agente causal é o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi descrito no Brasil em 2001 e desde então tem apresentado um crescimento significativo a cada ciclo agrícola. Atualmente, há grande preocupação com este fungo, uma vez que está amplamente distribuído em todo o território nacional, causando perdas econômicas entre 30% e 70% (Yorinori *et al.*, 2004). A ferrugem induz a desfolha precoce da soja e a redução de peso do grão, causando, deste modo, uma redução significativa da produtividade.

Os principais sintomas da ferrugem da soja são observados inicialmente na face inferior das folhas, sendo caracterizados por minúsculos pontos (de 1 a 2 mm de diâmetro), mais escuros que o tecido sadio da folha, e que correspondem às estruturas reprodutivas do fungo, as urédias. Todavia, estas lesões nos seus estágios iniciais não são facilmente visíveis e identificáveis e podem, ainda, ser confundidas com outras infecções comumente encontradas na cultura da soja, como as doenças: mancha parda (*Septoria glycines*), crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) e danos por herbicidas pós-emergentes (Henning, 2005).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é um parasita obrigatório que perpetua dependentemente de hospedeiros alternativos, que são encontrados em grande quantidade na natureza. A ocorrência da ferrugem está diretamente associada às condições climáticas, uma vez que temperaturas médias menores que 28°C e molhamento foliar de mais de 10 horas favorecem a infecção da planta (Carvalho Júnior e Figueiredo, 2000).

A cada ano, a severidade da doença, como também, o custo do seu controle, tem aumentado, o que ocasiona graves prejuízos ao produtor. A necessidade de um método de

monitoramento e identificação precoce da ferrugem da soja visa à prevenção da propagação da doença na lavoura, evitando prejuízos elevados e a contaminação de culturas vizinhas. A única forma de controle é a aplicação de fungicidas, mas é preciso saber reconhecer o momento certo da aplicação, uma vez que os fungicidas são mais eficientes no início da infecção. Estudos da Embrapa Soja mostram que os fungicidas protegem, em média, por aproximadamente 25 dias. Se aplicar no momento errado, o agricultor pode ter que fazer várias aplicações, o que aumenta sensivelmente os custos de produção. Por outro lado, se o produtor não estiver monitorando a lavoura, só vai perceber os sintomas quando a doença estiver em estágio avançado, comprometendo assim a eficiência dos fungicidas. Este monitoramento deve ser preferencialmente efetuado por técnicas que permitam a análise de um número grande de amostras, como as técnicas de imunodiagnóstico que têm sido amplamente adotadas em muitas áreas responsáveis pelo diagnóstico de doenças e controle fitossanitário.

### Material e métodos

Considerando a importância da detecção precoce desta infecção, foi desenvolvido um kit imunológico baseado no princípio do DIBA (HAWKES *et al.*, 1982), usando uma membrana de nitrocelulose como suporte sólido e, como anticorpo primário, um soro policlonal que detecta uma proteína específica do fungo. A revelação da reação é realizada usando um anticorpo secundário conjugado com fosfatase alcalina e o cromógeno NAFTOL RED (Sigma).

### Resultados, discussão

Até o presente momento, a identificação da ferrugem nas lavouras de soja vem sendo feita pela observação das folhas com o auxílio de uma lupa. A safra é monitorada periodicamente, de 2 a 3 vezes por semana. Com o teste imunológico é possível detectar a doença em seu estágio inicial, ainda imperceptível visualmente nas folhas, dando uma resposta mais precoce para a doença. O teste é realizado a partir de um macerado de folhas infectadas com o fungo e apresentando sintomas em diferentes estágios (Figura 2).

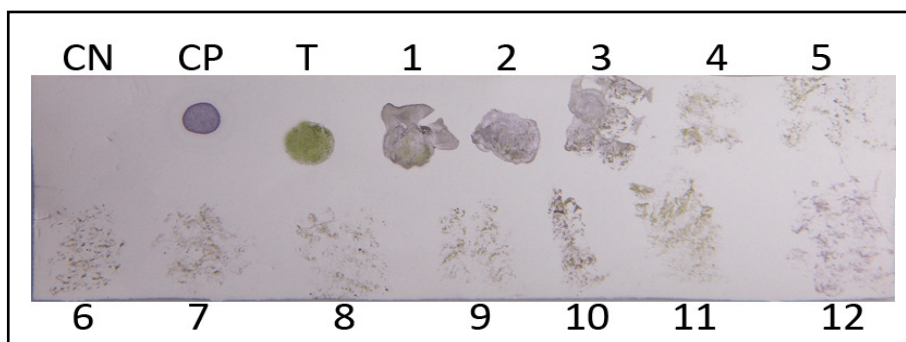


Figura 2. Ensaio de DIBA avaliando a reatividade de folhas infectadas pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. CN: Branco, CP: Controle Positivo (*Phakopsora pachyrhizi*, micélio a 5 µg/ml); T: planta testemunha, Amostras de 1 a 12: folhas de campo coletadas aleatoriamente e com graus de severidade distintos. Soro policlonal: 1:1.000. Anticorpo anti-rabbit conjugado com fosfatase alcalina, 1:30.000, Substrato: BCIP/NBT, 1mg/ml.

A sensibilidade do teste foi avaliada a partir de um macerado de folhas composto por uma mistura de folhas infectadas e não infectadas em diferentes proporções (Figura 3). Neste ensaio, cada amostra foi formada por uma parte de folhas apresentando sintomas de ferrugem (+) e parte de folhas sem apresentação de sintomas (-), em um total de 10 folhas cada amostra. As folhas foram maceradas na presença de nitrogênio líquido e tampão TBS contendo 2% PVP.

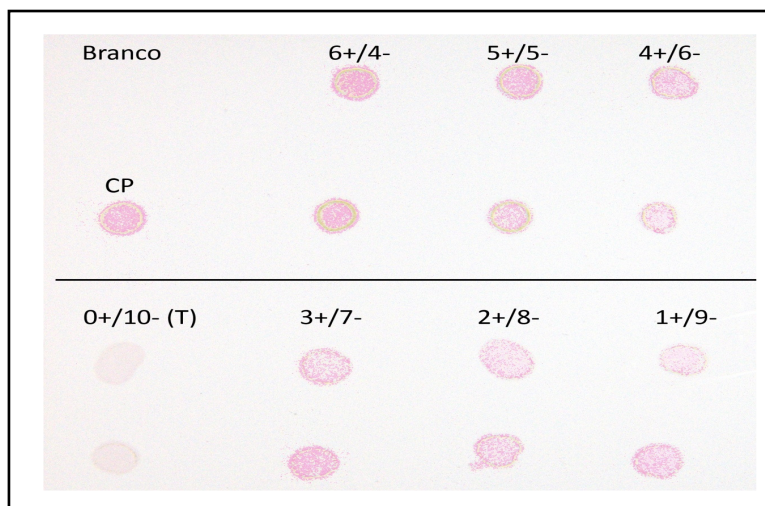


Figura.3. Ensaio de DIBA avaliando a sensibilidade na detecção de folhas infectadas pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Branco: controle negativo; CP: Controle Positivo (*Phakopsora pachyrhizi*, micélio a 5 µg/ml). Amostras foram formadas pela mistura de folhas apresentando sintomas (+) ou não (-), deste modo, por exemplo, a amostra 6+/4- é constituída por 6 folhas sintomatologia positiva e 4 folhas com sintomatologia negativa. Soro policlonal: 1:1.000. Anticorpo anti-rabbit conjugado com fosfatase alcalina, 1:30.000. Substrato: Fast Red TR/Nafthol, 1 mg/ml.

### Conclusões

Portanto, o novo kit de diagnóstico precoce da ferrugem asiática da soja, além de evitar a disseminação da doença, possibilita evitar ou ainda retardar o surgimento de resistência aos defensivos atualmente utilizados e promover a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros.

### Referências

YIRINORI, J.T., NUNES Júnior, J. e LAZZAOTTO, J.J. (2004). Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. In. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documentos 247. Embrapa Soja, pp 36.

HENNING, A.A. (2005). Manual de identificação de doenças de soja. In. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documentos 256. Embrapa Soja, pp 72.

CARVALHO JUNIOR, A.A. e FIGUEIREDO, M.B. (2000). A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. *Summa Phytopathologica* 26: 197-200.

HAWKES R., NIDAY E. e GORDON J. (1982). A dot-immunobinding assay for monoclonal and other antibodies. *Analytical Biochemistry* 119: 142-147.

## VALIDAÇÃO DE MARCADORES MOLECULARES PARA USO NA SELEÇÃO ASSISTIDA EM SOJA PARA AUSÊNCIA DAS ENZIMAS LIPOXYGENASE E DO INIBIDOR DE TRIPSINA KUNITZ

### VALIDATION OF MOLECULAR MARKERS FOR ASSISTED SELECTION IN SOYBEAN FOR ABSENCE OF LIPOXYGENASE AND KUNITZ TRYPSIN INHIBITOR.

SILVA, D.A.<sup>1</sup>; BARRETO, T.P.<sup>1</sup>; CARPENTIERI-PIPOLO, V.<sup>1</sup>; MANDARINO, J.M.G.<sup>2</sup>; MARIN, S.R.R.<sup>2</sup>; CARRÃO-PANNIZI, M.C.<sup>2</sup>; ABDELNOOR, RV.<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, <sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja

#### Resumo

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um alimento de alta qualidade, no entanto a utilização do produto para consumo humano e animal é limitada devido à presença de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina e das enzimas lipoxigenases. A obtenção de cultivares de soja com ausência desses dois fatores tem sido alvo dos programas de melhoramento genético com a finalidade de melhorar a qualidade do alimento e reduzir custos no processamento térmico. A seleção assistida por marcadores moleculares tem se mostrado uma eficiente ferramenta aos programas de melhoramento, uma vez que a técnica proporciona maior rapidez e praticidade. O objetivo deste trabalho foi mapear os genes KTi, Lox1 e Lox 2 utilizando marcadores moleculares microssatélites (SSR) para validar a seleção assistida na população F<sub>2</sub> oriunda do cruzamento entre as variedades BRS 213 x BRS 155 e selecionar indivíduos da geração F<sub>2</sub> com ausência de KTi através do uso de marcadores específicos. Os marcadores Satt 409 e Satt 228 flanquearam o gene KTi no grupo de ligação A2 (Cromossomo 8) da soja, a uma distância de 17,48 e 29,64 cM respectivamente. Para a realização de seleção assistida para KTi o marcador específico embora de ordem dominante obteve 100% de eficiência. Os marcadores Sat 090 e Satt 417 flanquearam os genes Lox1 e Lox2 no grupo de ligação F do mapa genético de ligação da soja a uma distância de 3 cM e 2,77 cM respectivamente, sendo eficientes na seleção assistida.

Palavras chave: *Glycine max*, qualidade nutricional, KTi, Lox, Marcadores microssatélites.

#### Introdução

A soja é um alimento com alto teor de proteína, minerais e fibras, quantidade reduzida de gordura saturada e ausência de colesterol conferindo benefícios à saúde humana. Entretanto, fatores antinutricionais, como inibidores de proteases e as enzimas lipoxigenases limitam a utilização do produto (Silva et al, 2006). A obtenção de cultivares de soja com ausência desses fatores tem sido alvo dos programas de melhoramento genético, pois a eliminação genética destes poderá contribuir no aumento do consumo do grão na alimentação, além de redução dos custos gerados no processamento térmico.

A seleção assistida por marcadores moleculares tem se mostrado uma eficiente ferramenta aos programas de melhoramento, uma vez que a técnica proporciona maior rapidez, praticidade e grande capacidade de detecção de polimorfismo. O objetivo deste trabalho foi mapear os genes responsáveis pelo inibidor de tripsina Kunitz (KTi) e enzimas lipoxigenase 1 e 2 (Lox1 e Lox2) utilizando marcadores moleculares microssatélites (SSR) para validar a seleção assistida na população F<sub>2</sub> oriunda do cruzamento entre as variedades BRS 213 x BRS 155 e selecionar indivíduos da geração F<sub>2</sub> com ausência de KTi através do uso de marcadores específicos.

#### Material e métodos

Os indivíduos F<sub>1</sub> oriundos do cruzamento entre as cultivares BRS 213 com ausência das enzimas lipoxigenase 1, 2 e 3 e BRS 155 com redução na atividade do fator antinutricional Kunitz foram caracterizados para a atividade das lipoxigenases 1 e 2 (LOX1, LOX2) através do método colorimétrico proposto por Suda et al (1995) e para KTi pela extração de proteínas e eletroforese segundo a metodologia de Laemmli (1970).

Após a realização dos testes, foi feita a semeadura em vasos de cinco litros, em casa-de-vegetação, em delineamento inteiramente casualizado. No estágio de desenvolvimento V3, foi coletado um trifólio de cada planta F<sub>2</sub> que foi submetido à extração de DNA total pelo método CTAB descrito por Keim et al. (1988). Baseados em trabalhos publicados por Kim et al. (2006a, 2006b) e Kim et al. (2004), foram selecionados, para testes nos genótipos parentais,

20 marcadores SSR para KTi e oito marcadores SSR para Lox 1 e Lox 2. Também foi utilizado um marcador específico (SCAR) ligado ao gene KTi (Moraes et al, 2006).

As reações para amplificação dos microssatélites foram preparadas a um volume de 10 µl contendo 50 ng do DNA genômico, 10mM de Tris-HCl, 50 mM de KCl, 1,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 1,3 mM de desoxiribonucleotídeo, 1,0 unidade de TAq polimerase e 2 µM de cada iniciador. As condições de amplificação foram: ciclo inicial de 94°C por cinco min, seguidos de 35 ciclos de 94°C por 40s, 55°C por 40s e 72°C por 40s e um ciclo final de 72°C por cinco min. Os produtos de amplificação foram separados em gel de poliacrilamida a 10% imerso em solução tampão 1X Tris-HCl . O gel foi corado com brometo de etídio (0.2 g/mL) e fotografado sob luz ultravioleta para visualização e análise das bandas de DNA.

A análise de segregação de cada marcador molecular e dos marcadores fenotípicos assim como os cálculos da frequência de recombinação e a construção do mapa genético foi realizada com o auxílio do programa GQMOL, versão 2006.9.1. O agrupamento dos marcadores foi realizado utilizando valor limite de detecção (LOD) de 3 e utilizando a distância de Kossambi para a conversão da frequência de recombinação para distância física em centimorgans (cM).

### Resultados, discussão e conclusões

A análise de KTi indicou 70 indivíduos com presença e 23 indivíduos com ausência da proteína. Assim como descrito por Jofuku et al. (1989) esta segregação se ajusta à proporção esperada de 3:1 com um valor de qui-quadrado não significativo a 5% de probabilidade (Tabela 1), confirmando a presença de um gene independente com o alelo que confere a presença de KTi dominante ao alelo que confere a redução da proteína no embrião. A avaliação fenotípica da segregação de Lox 1 e Lox 2 presentes nas sementes indicou 69 indivíduos com a presença das duas enzimas e 24 indivíduos com ausência das mesmas. A segregação se ajusta à proporção esperada de 3:1 com valor de qui-quadrado não significativo a 1% de probabilidade (Tabela 2), indicando a presença da forte ligação entre os dois genes, o que impede o aparecimento de indivíduos recombinantes.

Dos marcadores SSR testados para KTi, apenas Satt228, Satt409, Satt429 e Satt333 apresentaram polimorfismo entre os parentais (Tabela 1). A partir das análises genotípicas dos marcadores microssatélites, foi confirmado o mapeamento do gene KTi no grupo de ligação A2 da soja e a ordem dos marcadores moleculares coincidiu com a ordem dos mesmos no mapa consenso de Cregan et al (1999), entre os marcadores Satt 409 e Satt 228, a uma distância de 17,48 cM do marcador Satt409 e 29,64 cM do marcador Sat228. As distâncias dos marcadores ao gene KTi obtidas são consideradas elevadas, o que segundo Mohan et al (1997) resulta em baixa eficiência na realização da seleção assistida, pois pode levar a ocorrência de "crossing-over" entre o marcador e o gene. Isso resulta em uma alta porcentagem de diagnósticos falso-positivos e/ou falso-negativos.

Para o marcador SCAR específico para KTi, a segregação obtida na população F<sub>2</sub> foi de 70 indivíduos sem, e 22 indivíduos com a presença da banda, mostrando se tratar de um marcador ligado ao alelo recessivo para a presença de KTi. Para uso na seleção assistida, o marcador específico foi eficiente, apresentando 100% de acerto na seleção de indivíduos com ausência desse fator antinutricional.

**Tabela 1.** Análise de segregação fenotípica e genotípica da presença/ ausência de KTi dos marcadores testados na população F<sub>2</sub> derivada do cruzamento entre as variedades BRS 213 e BRS 155.

Marcador	N	Observado	Esperado	Qui-quadrado	Probabilidade (%)
KTi	93	70: 23	3:1	0,04 <sup>ns</sup>	95,2
Satt 429	88	28:38:22	1:2:1	2,45 <sup>ns</sup>	29,3
Satt 409	86	28:46:12	1:2:1	6,37*	4,1*
Satt 228	89	30:36:23	1:2:1	4,34 <sup>ns</sup>	11,37
Satt 333	87	24:46:17	1:2:1	1,41 <sup>ns</sup>	49,31
Específico	92	70:22	3:1	0,06 <sup>ns</sup>	80,97

\*Significativo a 5% para o teste de Qui-quadrado; ns – não significativo.

Dos oito marcadores SSR testados para Lox1 e Lox2 apenas os marcadores Sat\_090 e Satt417 foram polimórficos, flanqueando os genes Lox1 e Lox2 a uma distância de 3cM e 2,77 cM respectivamente, e confirmando a localização dos genes no grupo de ligação F (Cromossomo 13) da soja, conforme previamente obtido por Reinprecht et al. (2006) e sendo consistentes com os dados do mapa público da soja de Cregan et al. (1999).

**Tabela 2.** Análise de segregação fenotípica da presença/ ausência de L-1 e L-2 e da segregação genotípica dos marcadores testados na população F<sub>2</sub> derivada do cruzamento entre as variedades BRS 213 e BRS 155.

Marcador	Nº	Observado	Esperado	Qui-quadrado	Probabilidade (%)
L1-L2	93	69:24	3:1	0,032 <sup>ns</sup>	85,74
Sat 090	92	23:46:23	1:2:1	0 <sup>ns</sup>	100
Sat 417	91	22:44:25	1:2:1	0,297 <sup>ns</sup>	86,21

ns – Não significativo a 1% para o teste de Qui-quadrado.

Para os genes Lox1 e Lox2, a segregação genotípica dos marcadores ocorreram na proporção esperada de 1:2:1, apresentando respectivamente valor de qui-quadrado igual a 0 e 0,297, não significativos a 1% de significância o que confirma a confiabilidade deste mapeamento (tabela 2). Os marcadores Sat\_90 e Satt417 apresentaram 100% e 98,9% respectivamente de acerto na seleção.

### Referências Bibliográficas

CREGAN, P.B.; JARVIK, T.; BUSH, A.L.; SHOEMAKER, R.C.; LARK, K.G.; KAHLER, A.L.; KAYA, N.; VAN TOAI, T.T.; LOHNES, D.G.; CHUNG, J.; SPECHT, J.E. Na integrated genetic linkage map of the soybean genome. *Crop Science*, v.39, p.1464-1490, 1999.

JOFUKU, K.D., SCHUPPER, R.D., GOLDBERG, R.B. A frameshift mutation prevents Kunitz trypsin inhibitor mRNA accumulation in soybean embryos. *Plant Cell*, v. 1, p. 427-435, 1989.

KEIM, P.; OLSON, T.C.; SHOEMAKER, R.C. A rapid protocol for isolating soybean DNA. *Soybean Genetics Newsletter*, v.15, p.150-152, 1988.

KIM, M., PARK, M., JEONG, W., NAM, K., CHUNG, J. SSR marker tightly linked to the *Ti* locus in Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Euphytica*, v. 152, n. 3, p.361-366, 2006<sup>a</sup>.

KIM Y.S.; MOON J. K.; CHO, J. H.; KIM, H. T.; PARK, K. Y.; KIM, S. J. Improvement of special characters on three elite soybean cultivars by markers-assisted selection. *Treat. Of Crop. Sci*, v. 7, p. 197-210, 2006<sup>b</sup>.

KIM M Y, HA B K, JUN T H, HWANG E Y, VAN K, KUK Y I, LEE S K. Single nucleotide polymorphism discovery and linkage mapping of lipoxygenase-2 gene Lx2 in soybean. *Euphytica*, v. 135, p. 169-177, 2004.

Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, v. 277, pp. 680– 685. 1970.

MOHAN, M.; NAIR, S.; BHAGWAT, A.; KRISHNA, T. G.; YANO, M. Genome mapping, molecular markers and marker-assisted selection in crop plants. *Molecular Breeding*, v.3, p.87-103, 1997.

MORAES, R. M. A.; SOARES, T. C. B.; COLOMBO L. R.; SALLA M. F. S.; BARROS J.G. A. PIOVESAM N. D.; BARROS E. G.; MOREIRA, M. A. Assisted selection by specific DNA markers for genetic elimination of the Kunitz trypsin inhibitor and lectin in soybean seeds. *Euphytica* n.149 p. 221–226. 2006.

REINPRECHT, Y; POYSA, VW; Yu, K; RAJCAN, I; ABLETT, GR; PAULS, KP. Seed and agronomic QTL in low linolenic acid, lipoxygenase-free soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) germplasm. *Genome*, v.49, p.1510–1527, 2006.

SILVA, M. S; V. NAVES, M.M. ; OLIVEIRA, R.B., LEITE, O. S. M. Composição Química e Valor Protéico do Resíduo de Soja em Relação ao Grão de Soja. *Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(3): 571-576, jul.-set. 2006

SUDA, I.; HAJIKA, M.; NISHIBA, Y.; FURUTA, E.; IGITA, K. Simple and rapid method for the selective detection of individual lipoxygenase isozymes in soybean seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 43, p. 742-747, 1995.

## MÉTODO DE COMPONENTES PRINCIPAIS NA AVALIAÇÃO DE SAPONINAS EM CULTIVARES DE SOJA

METHODS OF PRINCIPAL COMPONENTS IN THE EVALUATE OF SAPONINS IN SOYBEAN CULTIVARS

OLIVEIRA, M.C.N. de<sup>1</sup>, CARRÃO-PANIZZI, M.C<sup>1</sup>, MANDARINO, J.M.G<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR, e-mail: mcneves@cnpso.embrapa.br

### Resumo

A soja é consumida em vários países e está inserida na alimentação humana por meio do consumo direto dos grãos ou de seus diferentes derivados. Oleaginosa importante para a saúde devido as fontes de nutrientes como ferro, potássio, fósforo, cálcio e vitaminas do complexo B. São também constituintes destes grãos as proteínas, ácidos graxos, tocoferóis, os fósforos lipídios, as isoflavonas e as saponinas. Este último composto, os glicosídeos esteroidais de plantas, podem ser fatores antinutricionais (aglutinam células vermelhas do sangue), como também podem ter efeitos benéficos à saúde humana reduzindo o colesterol. A soja é uma fonte importante de saponina e dividem-se em três grupos, e o grupo B foi objeto deste estudo por meio das saponinas de I a V, sendo os níveis I, II e V formadas no processamento térmico dos grãos. Desta forma, com o objetivo de avaliar os grupos quanto a magnitude deste composto foi aplicado o método multivariado de análise de componentes principais (ACP) em 50 cultivares de soja. Esse método é uma técnica eficaz e tem como objetivo reduzir o número de variáveis (dimensão) de forma que seja identificada as variáveis mais importantes no espaço das componentes principais. Os maiores valores de correlação estão entre as saponinas I,II e I,III. O método de ACP identificou apenas três componentes e contribuíram com 81,8% da variância total. Os componentes 1 e 2 contribuem com 62,46% e entre 1 e 3 com 54,3% para as cultivares (Tabela 1). Pelo método de componentes principais foi possível selecionar os cultivares com alto teor de saponinas no primeiro quadrante.

Palavras-chave: *Glycine max*, glicosídeos esteroidais, componentes principais

### Introdução

No Brasil, a soja foi introduzida pelos japoneses no século XIX e após anos de pesquisas várias cultivares foram recomendadas especificamente para a alimentação visando melhores condições na saúde humana (Tsukamoto et al., 2001). Sua importância é devido a alguns dos seus nutrientes constituintes como: ferro, potássio, fósforo, cálcio e vitaminas do complexo B. Além desses nutrientes, são encontrados compostos como as isoflavonas e alguns fatores antinutricionais como as saponinas (Carrão-Panizzi, et al. 2003). Pesquisas foram desenvolvidas para avaliar os diferentes tipos de saponinas existentes na soja e as estudadas neste trabalho foram as saponinas do grupo B (I, II, III, IV e V). De acordo com Genovese & Lajolo (2006), as saponinas são os principais compostos envolvidos no efeito hipocolesterolêmico da soja e as do Grupo B apresentando inibição em células cancerígenas de cólon e de mama. Possuem ação antioxidante, eliminando os radicais livres aumentando o fluxo sanguíneo na região cerebrocardial e a atividade das células do tipo NKC (leucócitos), melhorando a imunocompetência do organismo (Mandarino, 2008). Na avaliação das saponinas na cultura de quinoa, alguns autores afirmam que, este composto confere gosto amargo ao grão da mesma forma que a saponina em grãos de soja (Souza, et al, 2004). Os processos empregados na retirada desses compostos, a escarificação, o aquecimento e a



lavagem são caros e trabalhosos, tornando-os pouco viáveis, dificultando o consumo do grão in natura. Quando o volume de variáveis é volumoso sugere-se o uso da análise de componentes principais (Johnson, et al. 1972). Este procedimento permite verificar se existe um pequeno número das primeiras componentes principais responsáveis por explicar uma grande proporção da variação total associada aos dados originais. Esta metodologia permite transformar um conjunto de variáveis originais dependentes, em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas por meio de combinações lineares destas variáveis e que detenham o máximo possível da informação contida nas mesmas. Estas componentes devem ser ortogonais entre si.

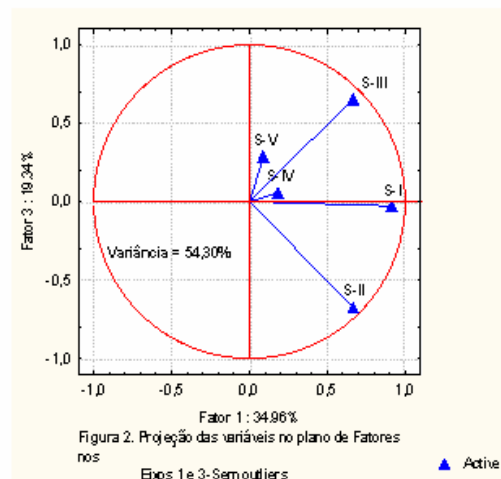
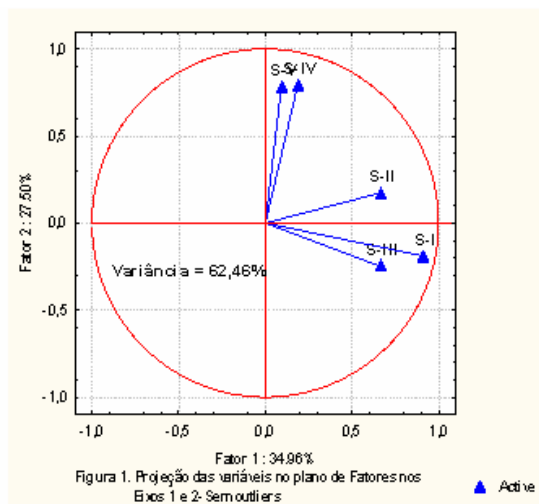
### Resultados e Discussão

Os maiores valores e desvios-padrão ocorreram nas saponinas I e V ( 0,22, 0,29 ), respectivamente. Pode-se ainda avaliar que somente nas saponinas I e III obteve-se distribuição normal (Tabela 1).

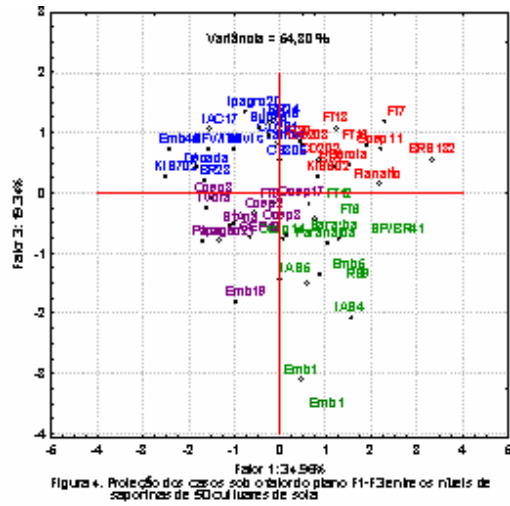
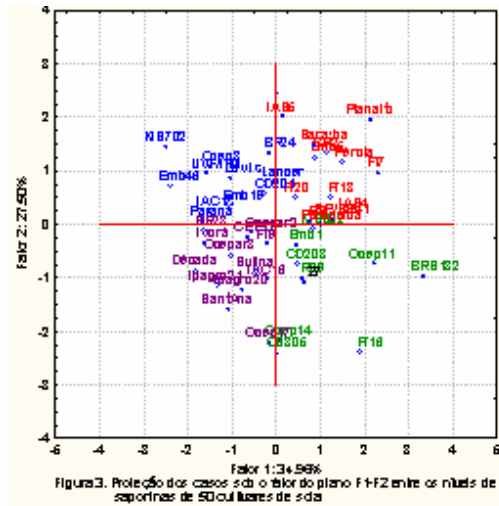
Tabela 1. Estatísticas descritivas e resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para os diferentes níveis de saponinas, das 50 cultivares de soja

Variável	N	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	Shapiro (w)	Pr(W)
Saponina I	49	1.783878	1.260000	2.260000	0.225285	0.978202	0.4924
Saponina II	50	0.641849	0.461405	0.948731	0.123308	0.943686	0.0189
Saponina III	50	0.217719	0.154607	0.307311	0.037907	0.970408	0.2404
Saponina IV	49	0.105930	0.000000	0.186042	0.053338	0.895785	0.0004
Saponina V	50	0.305618	0.000000	0.928773	0.292541	0.876617	<0.0001

A primeira exigência na aplicação de PCA é que exista correlação forte entre as variáveis como encontrado entre as saponinas I e II ( $r = 0,55$ ) e I e III ( $r = 0,56$ ), as demais foram iguais e ou inferiores a 0,10. Observando-se a Tabela 1 apenas as variáveis saponinas I e III apresentaram distribuição normal. Observou-se ainda que a maior contribuição dos autovalores ocorreram com os três primeiros (1= 34,96, 2=27,49 e 19,33%) totalizando 81,7 % da variância total. A saponina I foi a mais representativa nos dois primeiros componentes, estando bem próxima do círculo unitário, e as demais estão mais afastadas. Já entre os componentes 1 e 3 os níveis da saponinas mais próximos do círculo unitário foram as saponinas I, II e III (Figuras 1 e 2). Pelos resultados obtidos pelo PCA observou-se que os cultivares localizados no primeiro quadrante são aqueles com maior teor de saponinas, sendo assim este método foi eficiente para selecionar materiais.



Conforme as Figuras 3 e 4 os maiores teores de saponinas encontram-se no primeiro quadrante tanto para os componentes 1 e 2 quanto para o 1 e 3. Nestas duas figuras com os componentes descritos o número de grupos foram 15 e 14 a distribuição dos cultivares pelos quadrantes.



- G1, G2, G3, G4 e G5
- G6, G7, G8 e G9
- G10, G11, G12 e G13
- G14, e G15

- G1, G2, G3 e, G4
- G5, G6, G7 e G8
- G9, G10 e G11
- G12, G13 e G14

Nos componentes (1,2) os grupos estão distribuídos, nos quadrantes, associando-se às cores como seguem: **G1**: Planalto, FT7, **G2**: BR2, Pérola, Embrapa 5, CD202, **G3**: IAS5, Sarayba, **G4**: FT20, **G5**: FT13, IAS4, SP/BR41, Paranaíba, FT6, **G6**: BRS132, Ocepar11, **G7**: FT16 **G8**: Ocepar 14, CS305, **G9**: RS9, Embrapa 1, FT12, CD203, KIS602, **G10**: BR24, Lancer, CD201, **G11**: KIS702, Embrapa 46, **G12**: Davis, UFV/ITMI, Ocepar3, **G13**: IAC17, Embrapa 19, Paraná, **G14**: Ocepar17, Ocep2, CEP12 **G15**: BR23, Ocepar8, Década, Sulina, IAC16, FT9, Ivorá, Ipagro 20, Ipagro 21, StAna. Com os componentes 1,3 esta distribuição foi da mesma forma que o anterior: **G1**: Planalto, BRS132, **G2**: BR2, FT7, Pérola, CD202, FT13, Ocepar 11, **G3**: FT16, **G4**: FT20, KIS602, CD203, **G5**: Embrapa 5, IAS5, RS9, **G6**: IAS4, **G7**: Sarayba, SP/BR41, Paranaíba, Ocepar 14, **G8**: Embrapa 1, FT6, FT12, **G9**: KIS702, Década, BR23, **G10**: Davis, UFV/ITMI, IAC17, Embrapa 46, **G11**: BR24, Lancer, CD201, IAC16, CS305, Ipagro20, Sulina, **G12**: Embrapa 19, **G13**: Ocepar3, Ivorá, **G14**: Ocepar8, FT9, Ocepar17, Ocepar2, CEP12, Ipagro 21, StAna, Paraná.

### Conclusão

Por este trabalho pode-se concluir que: 1- é possível agrupar cultivares quanto a característica das saponinas, em cultivares de soja, pela análise de componentes principais (PCA); 2- a vantagem em se aplicar PCA é a redução do número de variáveis e, 3- é possível identificar as cultivares com alto teor de saponinas.

### Referências

- CARRÃO-PANIZZI, M.C., SIMÃO, A .S., KIKUCHI, A. Efeitos de genótipos, ambientes e de tratamentos hidrotérmicos na concentração de isoflavonas agliconas em grãos de soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, 8: 897-902, 2003.
- Johnson, N.L. et Kotz, S 1972. Distributions in statistics: continuous multivariate distributions. New York, Wiley, 333 p.
- MANDARINO, J. M. G. **Composto antinutricionais da soja**: caracterização e propriedades funcionais. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. (Ed.). Alimentos funcionais: benefícios para a saúde. Viçosa, MG, 2008. p. 55-80.
- TSUKAMOTO, C.; KUDOU, S.; KIKUCHI, A; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; ONO, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Isoflavones in soybean products: composition, concentration and physiological effects. Simpósio Brasileiro sobre benefícios da Soja na saúde humana. Londrina: Embrapa Soja, 2001, Documentos 169 (Embrapa Soja), p. 09-14.
- SOUZA, L. A . C; SPEHAR, C. R.; SANTOS, R.L.B. Análise de imagem para determinação do teor de saponina em quinoa. **Pesq. Agropec. Brás.** V. 39, No. 4, 2004, Brasília, DF. pp.397-401.
- GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. **Fatores antinutricionais da soja**. Informe Agropecuário v. 27, no. 230, 2006. EPAMIG. Minas Gerais.

## INTERFERÊNCIA DA PRESENÇA DE *OUTLIERS* NOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

INTERFERENCE OF THE PRESENCE OF *OUTLIERS* IN THE ANALYSIS OF VARIANCE RESULTS

CHICARELI, L.S.<sup>1</sup>.; OLIVEIRA, M.C.N. de<sup>2</sup>; FRANCHINI, J.C.<sup>2</sup>., HUNGRIA, M.<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970, Londrina, PR, <sup>2</sup>Estagiária Embrapa Soja

### Resumo

Objetivou-se neste trabalho identificar se o outlier interfere na significância da interação entre sistemas de preparo do solo e as rotações de culturas e na relação da biomassa entre o carbono e o nitrogênio. A rotação de culturas possibilita recuperar os solos e consiste em alternar as espécies cultivadas numa mesma área ao longo do tempo. Assim, o planejamento da lavoura é indispensável, pois as tecnologias a serem usadas devem ser praticadas em conjunto. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 3x3 (três tipos de manejo de solo e três tipos de rotação de cultura), com quatro blocos. Para detectar desvios das suposições e possíveis *outliers*, foi realizado um diagnóstico exploratório para avaliar as pressuposições da análise de variância. Essas pressuposições vão desde os cuidados com a distribuição normal e independência dos erros experimentais, a aditividade do modelo e homocedasticidade da variância dos erros em cada tratamento. Pelo método de análise exploratória detectou-se um valor discrepante que inibiu o efeito significativo da interação preparo do solo e rotação de culturas. Constatou-se que houve redução na relação C/N no plantio direto nos diferentes sistemas de rotações

Palavras-chave: manejo do solo, rotação de cultura, outlier, análise exploratória

### Introdução

Cultivos contínuos de mesmas espécies podem causar o empobrecimento do solo e diminuir a produtividade. A rotação de culturas possibilita recuperar os solos e consiste em alternar as espécies cultivadas numa mesma área ao longo do tempo. Assim, o planejamento da lavoura é indispensável, pois as tecnologias a serem usadas devem ser praticadas em conjunto. A rotação de culturas, as práticas do manejo e o preparo do solo evitam a degradação física, química e biológica. Tais práticas desfavorecem a compactação, aumenta a cobertura vegetal do solo e minimizam a ação das chuvas de alta intensidade (Tecnologias..., 2008).

Para os estudos de práticas conservacionistas, o planejamento do método estatístico é necessário, de forma que haja redução dos erros sistemáticos com aumento da precisão experimental. Em estudos agronômicos, quando não há controle na variabilidade experimental, aumentam os efeitos dos fatores ambientais, como o estresse hídrico e ou variações de temperatura. A independência é até certo ponto garantida pela casualização, mas as pressuposições da análise de variância nem sempre podem ser controladas pelo pesquisador. Com isso, na coleta de dados, aumentam as chances de ocorrência de *outliers*.

O objetivo deste trabalho foi identificar se o outlier interfere na significância da interação entre sistemas de preparo do solo e as rotações de culturas e na relação da biomassa entre o carbono e o nitrogênio.

### Material e Métodos

Para este estudo, foram utilizados os dados da área de Manejo do Solo e da Cultura da Embrapa Soja. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 3x3 (três tipos de manejo de solo: 1- plantio convencional, 2- plantio direto out/2003 e 3- plantio direto out/1993; e três tipos de rotação de cultura: R<sub>1</sub> = TM/ML/AV/SJ/TR/SJ/TR/SJ, R<sub>2</sub> = SJ/MLs/SJ/MLs e 3- S = TR/SJ/TR/SJ) com quatro blocos. As rotações envolvidas neste trabalho foram: R1=tremoço-milho, aveia-soja, trigo-soja, trigo-soja, R2=soja-milho-safrinha, soja-milho, milho-safrinha e R3=trigo-soja, trigo soja.

Para detectar desvios das suposições e possíveis *outliers*, foi realizado um diagnóstico exploratório para avaliar as pressuposições da análise de variância (ANOVA). O teste utilizado para verificar a normalidade foi o de Shapiro & Wilk (1965), a aditividade do modelo por Tukey (1949) e a homocedasticidade de variância dos tratamentos por Burr & Foster (1972). A independência dos erros e possível presença de valores discrepantes foram avaliados com a

técnica gráfica (Parente, 1984). Com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), foi identificado a presença de efeitos significativos para a estatística F na ANOVA, ausentes na presença de outliers.

### Resultados e Discussão

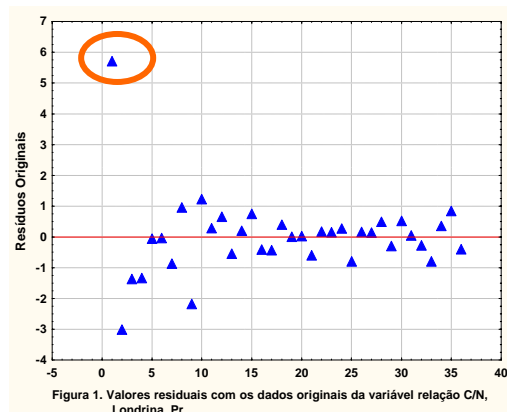
Os resultados com os dados originais da variável C/N, apresentados na Figura 1 e Tabelas 1 e 2, indicaram um valor extremo no plantio convencional rotação 01. Foi evidente uma distribuição assimétrica e curtose leptocúrtica, ou seja, os coeficientes foram superiores a zero e com grande variabilidade (CV= 33,03%). O teste de Shapiro & Wilk não apresentou normalidade dos erros, rejeitando-se assim a hipótese de nulidade ( $H_0$ ). A não aditividade do modelo por Tukey ficou no limiar de apresentar significância, podendo-se assumir que o modelo é aditivo. O teste de homocedasticidade de variância de tratamentos indicou a rejeição da hipótese de nulidade ( $H_0$ ), quando deveria ser aceita (Tabela 2).

Tabela 1. Valores residuais da variável relação carbono e nitrogênio com os dados originais

Manejo do Solo	Rotação de Cultura	Blocos			
		I	II	III	IV
1-PConvencional	01-TM/ML-AV/SJ-TR/SJ-TR/SJ=R1	<b>5,7102</b>	-3,0053	-1,3686	-1,3363
	02-SJ/ML S- SJ/ML S =R2	-0,0597	-0,03527	-0,8686	0,96361
	03-TR/SJ-TR/SJ = S	-2,1747	1,22972	0,28638	0,65861
2-PDireto Out/2003	01-TM/ML-AV/SJ-TR/SJ-TR/SJ=R1	-0,55222	0,20222	0,75889	-0,40889
	02-SJ/ML S- SJ/ML S =R2	-0,43472	0,39972	0,00639	0,02861
	03-TR/SJ-TR/SJ = S	-0,59722	0,16722	0,15389	0,27611
3- PDireto Out/1993	01-TM/ML-AV/SJ-TR/SJ-TR/SJ=R1	-0,79472	0,15972	0,13639	0,49861
	02-SJ/ML S- SJ/ML S =R2	-0,29972	0,52472	0,05139	-0,27639
	03-TR/SJ-TR/SJ = S	-0,79722	0,35722	0,84389	-0,40389

Tabela 2. Valores das estatísticas descritivas e testes das pressuposições da Anova – dados originais da relação C/N.

ESTATÍSTICAS		Originais	
Coeficiente de variação (%)		33,03491	
Coeficiente de assimetria		2,035377	
Coeficiente de curtose		10,96615	
Shapiro-Wilk	W	0,773361	
Prob (W)		<0,0001	
Não-Aditividade	F	4,02355	
Prob (F)		0,05677	
Burr-Foster	calculado	0,72141	
		Crítico	0,28700



Com base nesses resultados, avaliou-se a independência dos resíduos, conforme o gráfico da distribuição espacial que detectou um *outlier* (Figura 1). A avaliação da presença de dados discrepantes foi feita com cautela com esses resultados, para não aumentar o risco de erros, como a não obtenção de valores significativos para os efeitos de tratamentos, conforme as hipóteses formuladas no planejamento experimental. Optou-se por estimar o dado espúrio.

Após a estimativa, houve redução da variabilidade em 44% e os coeficientes de assimetria e curtose ficaram próximos de zero (Tabela 3 e Figura 2).. O resultado mais importante foi a presença de interação significativa entre o preparo do solo e a rotação de cultura, antes não apresentada. Todas as pressuposições calculadas foram atendidas, estando os resíduos com distribuição espacial aleatória Houve aumento da magnitude dos valores do teste F para os efeitos de tratamentos após a retirada do *outlier* (Tabelas 3 e 4).

A maior relação C/N encontrada foi no plantio convencional na presença de gramíneas, anterior à cultura do trigo e da soja, distinta dos resultados obtidos no plantio direto durante dez anos.

Tabela 3. Valores das estatísticas descritivas, testes de pressuposições da Anova com dados sem *outlier* para a relação C/N

ESTATÍSTICAS		S/outlier
Coeficiente de variação (%)		14,54614
Coeficiente de assimetria		-0,80628
Coeficiente de curtose		0,91158
Shapiro-Wilk	W	0,94788
Prob (W)		0,09750
Não-Aditividade	F	0,00130
Prob (F)		0,97150
Burr-Foster	calculado	0,24161
	crítico	0,28700

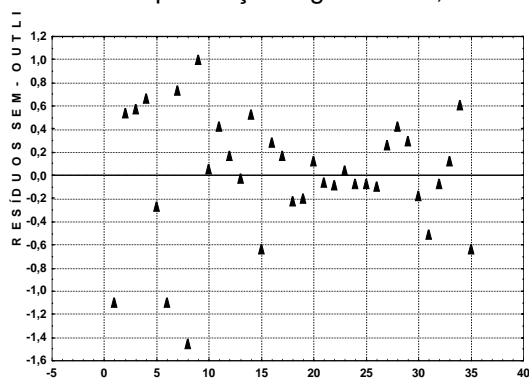


Figura 2. Valores residuais com os dados sem outlier da variável relação C/N, Londrina, Pr.

Tabela 4. Resultados de Análise de Variância para os dados com e sem *outliers* para a variável

C/N.

Causas de variação	Dados Originais				Dados retirando <i>outlier</i>			
	G.L.	QMédio	F	Prob(F)	G.L.	QMédio	F	Prob(F)
Blocos	03	2,750786	0,380	0,77180	03	1,703645	1,340	0,28650
Preparo do Solo	02	89,15027	<b>18,23</b>	<b>&lt;0,0001</b>	02	58,47556	<b>68,88</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Rotação de Culturas	02	3,110506	<b>0,640</b>	<b>0,53800</b>	02	12,35767	<b>14,56</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Preparo x Rotação	04	25,25206	<b>2,580</b>	<b>0,06290</b>	04	15,22045	<b>8,960</b>	<b>0,00020</b>
Resíduo	24	58,67334			23	9,762430		
Total	35	178,9369			34	97,51975		

Observou-se que, no plantio convencional, para as rotações, houve aumento da relação C/N e redução no plantio direto exceto em 1993. Com a monocultura, foram obtidos os maiores valores da relação C/N no plantio convencional e direto em out/1993 (Tabela 5).

Tabela 5. Quadro de Médias da interação Rotação de Culturas x Manejo do Solo para a variável C/N

Rotação de Cultura	Manejo do Solo			Médias
	Plantio Convencional	Plantio Direto Out/1993	Plantio Direto Out/2003	
R1=TM/ML/AV/SJ/TR/SJ/TR/SJ	5,33 A b	2,94 B b	2,78 B a	3,68
R2=SJ/MLs/SJ/MLs	6,58 A a	6,30 A a	2,46 B a	5,11
S=TR/SJ/TR/SJ	6,19 A ab	4,38 B b	3,49 B a	4,69
Médias	6,04	4,54	2,91	

Médias seguidas pela mesma letra e minúsculas nas colunas maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

## Conclusões

Concluiu-se que: 1- a análise exploratória permite identificar outliers; 2- a presença de outliers inibe a significância do teste F para os efeitos de tratamentos e, 3- o plantio direto reduz a relação do C/N.

## Referências

- BURR, I.W. & FOSTER, L.A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972.. 26p.(Mimeo series, 282).
- DEMÉTRIO, C.G.B. **Transformação de dados**: efeitos sobre análise da variância. 1978. 113f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP, Piracicaba.
- PARENTE, R.C.P. **Aspectos da análise de resíduos**. 1984. 118f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP, Piracicaba.



**Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil:** 2009-2010. Londrina: Embrapa Soja:Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 13).

TUKEY, J.W. **One degree of freedom for non-additivity.** Biometrics, v.5, p.232-242, 1949.

## CULTIVAR DE SOJA BRS 267 PARA CONSUMO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA COMO GRÃOS MADUROS OU VERDES COMO HORTALIÇA

### SOYBEAN CULTIVAR BRS 267 FOR HUMAN CONSUMPTION AS MATURED GRAINS OR AS GREEN VEGETABLE SOYBEAN

CARRÃO-PANIZZI, M.C.<sup>1</sup>, PÍPOLO, A.E.<sup>1</sup>, MANDARINO, J.M.G.<sup>1</sup>, OLIVEIRA, M.A.<sup>1</sup>, GARCIA, A.<sup>1</sup>, BENASSI, V. de T.<sup>1</sup>, ARIAS, C.A.<sup>1</sup>, KASTER M.<sup>1</sup>, OLIVEIRA M.F.de<sup>1</sup>, TOLEDO, J.F. de<sup>1</sup>, CARNEIRO, G.E. de S.<sup>1</sup>, MOREIRA, J.U.V.<sup>1</sup>, ARANTES, N.E.<sup>1</sup>, DIAS, W.P.<sup>1</sup>, ALMEIDA, A.M.R.<sup>1</sup>, DOMIT, L.A.<sup>1</sup>, MIRANDA, L.C.<sup>1</sup>, BROGIN, R.L.<sup>1</sup>EMBRAPA Soja, Cx. P. 231, 86001-970, Londrina, PR, mercedes@cnpso.embrapa.br

#### Resumo:

A cultivar BRS 267 é uma opção de soja para diferentes tipos de usos na alimentação humana, fornecendo matéria prima para produção de alimentos tradicionais à base de soja, como para produção e utilização da soja como hortaliça. Para esse tipo de consumo a soja deve ser colhida em R6, quando os grãos estão totalmente desenvolvidos, mas ainda imaturos. Como hortaliça, a soja pode ser comercializada com as vagens presas nos galhos, vagens soltas ou com os grãos debulhados, frescos, resfriados ou congelados. Em 25 locais de avaliação da região centro-sul do Brasil, a cultivar apresentou rendimento médio de 2798 kg/ha. É resistente às principais doenças da soja, e à deiscência das vagens e acamamento. Apresenta sementes grandes, hilo amarelo, e sabor superior sendo ideal para processamento de tofu, com bom rendimento do produto.

Palavras Chaves: grãos grandes, sabor superior, tofu, farinhas, hortaliças

#### Introdução

A disponibilidade de cultivares de soja com características especiais para atender nichos de mercado tem sido demandada por países orientais, importadores de matéria prima para processamento de alimentos à base de soja, tais como tofu e natto, entre outros produtos. Ao mesmo tempo, sabe-se que outras possibilidades de produção de soja que adicionem valor ao produto também são necessárias. A opção de uso de soja como hortaliça abre perspectivas sobre outros sistemas de produção de soja, o que seria ideal para produtores orgânicos. A cultivar BRS 267, lançada para cultivo comercial em 2005, e que apresenta sabor mais suave, grãos grandes e hilo amarelo, características desejáveis para processamento de alimentos à base de soja, constitui uma matéria prima adequada para elaboração de tofu, farinhas e extrato solúvel de soja. Quando colhida no estágio R6, com os grãos totalmente cheios, mas imaturos, também pode ser utilizada como soja hortaliça, o que proporciona adição de valor e produção diferenciada.

#### Material e Métodos

A cultivar de soja BRS 267 foi desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja - Embrapa Soja e pela Fundação Meridional. Como linhagem BRM 94-52273, foi testada em ensaios de Avaliação Final, nas safras 2003/04 e 2004/05 em vários ambientes da região centro-sul. Cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de 5m de comprimento, com densidade de semeadura de 15 plantas / m linear. Sua genealogia é representada por Tamahomare x MG/BR42 (Kage) e o método de melhoramento utilizado para o seu desenvolvimento foi o genealógico tradicional. Para avaliar o comportamento da cultivar BRS 267 na produção de soja verde, foram conduzidos ensaios em Londrina (3 repetições), na safra 2007/08, avaliando-se no estágio R6, número de vagens por planta, peso de vagens verdes por planta, produção de vagens verdes (kg/ha), peso de 100 grãos verdes, número de vagens em 500g, percentagem de vagens com 2 e 3 grãos e estimativa de produção de grãos verdes.

#### Resultados e discussão

Devido às suas características relevantes para alimentação humana, tais como sabor, textura, sementes grandes e hilo claro, a cultivar BRS 267 foi indicada para cultivo comercial

nos estados do Paraná, São Paulo, e sul do Mato Grosso do Sul, apesar do rendimento inferior (8,9%) quando comparada com a média dos melhores padrões BRS 234 e BRS 215. Apresentou produtividade média de 2798 kg/ha na análise conjunta de 25 ambientes, em dois anos de teste (Tabela 1). É uma cultivar do grupo de maturação médio, apresentando médias de 57 dias para o florescimento, 128 dias para a maturação e altura de plantas de 91 cm. Apresenta tipo de crescimento determinado, boa resistência ao acamamento e a deiscência de vagens e peso de 100 sementes de 21 g. Avaliações preliminares sobre o comportamento da cultivar BRS 267 na região Nordeste (comunicação pessoal de A. Garcia), mostraram, em Sergipe, um rendimento médio de 2322 kg/ha, em 2007 e 2801 kg/há, em 2008. Em Arapicara, Alagoas foi observado um rendimento de 3583 kg/ha. Nessa região a cultivar BRS 267 teve crescimento normal com altura média de 56 cm. Em testes de casa de vegetação e a campo, é resistente às doenças cancro da haste e mancha “olho-de-rã. Também é resistente à pústula bacteriana e ao mosaico comum da soja, em avaliações na casa de vegetação. Apresenta cor de flor roxa, vagem cinza escura, pubescência cinza de densidade normal, semente com hilo amarelo, e reação positiva à peroxidase. Apresenta teores médios de óleo e proteína (20,5 e 40,10%), e alto teor de isoflavonas (28,3 mg/100g). A cultivar BRS 267 tem se mostrado uma boa matéria prima para produção de tofu, apresentando bom rendimento no processamento do produto, além da textura e sabor adequados (Carrão-Panizzi et al. 2000). Por apresentar sabor mais suave, também é adequada para processamento de extrato solúvel.

Tabela 1. Rendimento (kg/ha) da cultivar BRS 267 e das testemunhas BRS 134 e BRS 215, em 25 locais de avaliação, 2005.

Região	BRS 267		Testemunhas BRS 134 e BRS 215		Amplitude C.V.%
	Amplitude Rendimento (kg/ha)	Média	Amplitude Rendimento (kg/ha)	Média	
Paraná (13 locais)	2190 - 5349	2967	1987 - 4660	3245	9,7 - 20,0
São Paulo (6 locais)	2387 - 3782	2946	2081 - 4039	3286	9,1 - 19,9
Mato Grosso do Sul (6 locais)	1796 - 3068	2481	1994 - 3265	2744	11,5 - 18,4
Médias		2798		3072	

Por apresentar sementes grandes e sabor suave, tem sido uma opção para produção de soja verde ou hortaliça. Para esse tipo de consumo a soja é colhida em R6, quando já possui todos os componentes nutritivos do grão de soja, além de vitamina C e pró-vitamina A (Bates & Matthews, 1975). Em geral, para consumo como hortaliça a soja deve apresentar sementes grandes (peso de 100 sementes verdes superior a 20g). O sabor “adocicado” que é caracterizado pelo perfil diferenciado de açúcares (teores mais altos de sacarose, frutose e amido, o qual está presente somente em sojas hortaliças), e aminoácidos tais como alanina e ácido glutâmico (Tsou et al. 1991), é outro fator importante para esse tipo de produto. Os grãos verdes cozidos podem ser utilizados em saladas, sopas e em diferentes pratos nos quais se utilizam ervilhas (Carrão-Panizzi, 2006). Resultados dos ensaios conduzidos em Londrina, relativos à avaliação da BRS 267 como hortaliça, mostraram um rendimento médio (semeaduras em novembro e outubro) de grãos verdes de 7.109,75 kg/ha, e rendimento médio de vagens de 14.555,5 kg/ha (Tabela 3). A cultivar BRS 267 apresenta maior número de vagens com 3 sementes e menor número de vagens em 500g, quando comparada com a cultivar convencional BRS 232, o que é devido ao maior tamanho de seus grãos (Tabela 3).



Tabela 3 – Dados relativos à produção de vagens e grãos verdes das cultivares BRS 232 e BRS 267, cultivadas em 2 épocas de semeadura. Londrina, PR, 2007.

Cultivares	Produtividade vagens (kg/ha)	Vagens 1 grão (kg/ha)	Vagens 2 grãos (kg/ha)	Vagens 3 grãos (kg/ha)	Peso 100 grãos verdes (g)	Estimativa produção grãos verdes (kg/ha)	Nº de vagens em 500 g
BRS 232 a	17.472 a	1.574 a	13.040 a	2.856 c	34,27 a	8.496 a	409 b
BRS 267 a	16.703 a	601 b	8.454 b	7.647 a	34,13 a	7.807 a	361 c
BRS 232 b	10.701 b	343 b	7.610 b	2.747 c	21,22 b	5.452 c	572 a
BRS 267 b	12.408 b	453 b	6.667 b	5.288 b	32,41 a	6.412 bc	390 bc
CV%	13,98	27,65	15,53	22,43	6,97	13,34	4,93
DMS	4.205,55	431,35	2.916,79	2.183,21	4,46	1.972,16	44,86

a) Data de semeadura 19/10/2007; b) Data de semeadura 26/11/2007

Essas características são importantes porque favorecem o consumo 'in natura' favorecendo rendimento em volume de grãos e melhor aparência do produto. O valor agregado do produto soja hortaliça é evidente quando se considera a comercialização de pacotes de 500g de vagens ou de 20g de grãos de debulhados, a exemplo de feijão vagem ou ervilhas debulhadas, respectivamente. Tem sido observada demanda crescente para esse tipo de produto, muitos produtores estão interessados em produzir soja verde, como há empresas interessadas na distribuição do produto. Colheita e debulha são as principais limitações para produção de soja hortaliça, no momento. Entretanto, sabe-se que no Japão, país que tradicionalmente consome esse produto, há disponibilidade de tecnologias e equipamentos para esses procedimentos. Acredita-se que com a oferta de tecnologias de produção, colheita e pós-colheita definidas, a soja verde será muito bem aceita e consumida no Brasil. Testes de aceitabilidade do produto registraram 90% de aceitação da soja verde. Portanto o consumo de soja verde é uma opção de hortaliça protéica, nutritiva e funcional (presença de compostos biologicamente ativos), e a BRS 267 é matéria prima ideal para esse tipo de consumo.

#### Referências

CARRÃO-PANIZZI M. C. Edamame ou soja-hortaliça; fácil de consumir e muito saudável. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n. 230, p.59-64, jan/fev. 2006.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; MIRANDA, L.C.; KIKUCHI, A.; MANDARINO, J.M.G.; BORDIGNON, J.R.; SHIMANUKI, S.; DEGAWA, H. TSUKAMOTO, C. Breeding efforts for nutritional and food processing quality of soybean at Embrapa, Brazil. IN: INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 3., 2000, Tsukuba. Proceedings... Tsukuba:Korin, Publishing, 2000.p.37-40.

BATES, R.P.; MATTHEWS, R.F. Ascorbic acid and  $\beta$ -carotene in soybeans as influenced by maturity, sprouting, processing and storage. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Buena Vista, v. 88, p.266-271, 1975.

TSOU, S.C.S.; HONG, T.L. Research on vegetable soybean quality in Taiwan. SHANMUNGASUNDARAM, S. (Ed.). **Vegetable soybean: research needs for production and quality improvement**. Proceedings of a workshop, Kenting, Taiwan,. Asian Vegetable Research and Development Center, publication nº 91-346, 1991, p.103-107.



MERCOSOJA 2009

## **RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM SOJA EM ALAGOAS I: PRODUTIVIDADE E ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES**

SOYBEAN EXPERIMENTAL RESULTS IN ALAGOAS STATE, BRAZIL. I. CULTIVAR YIELD AND ADAPTATION

GARCIA, A<sup>1</sup>.; VASCONCELOS FILHO, J.C<sup>2</sup>.; LEMOS, H.W<sup>3</sup>.; LONIEN, G.<sup>1</sup>; MERICLES, F.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Embrapa soja, C.P. 231, 86.001-970, Londrina, PR; <sup>2</sup>SEAGRI-AL; <sup>3</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. e-mail: garcia@cnpso.embrapa.br

### **Resumo**

O Estado de Alagoas consome, anualmente, aproximadamente 40.000 toneladas de soja, entre farelo e grãos, sendo esta quantidade trazida, em sua maioria, de Barreiras, BA e/ou de Balsas, MA. Este consumo equivale, aproximadamente, à produção de 12 a 15.000 ha. Esta dependência levou a Secretaria da Agricultura de Alagoas e a Embrapa a estabelecerem parceria para avaliar o potencial da cultura da soja nas principais regiões agrícolas do Estado. Assim, a partir de 2001 foram conduzidos diversos experimentos avaliando-se, dentre vários aspectos, a adaptação das cultivares, a época de semeadura, através da produtividade de grãos e do teor de óleo e de proteína nos grãos. A partir dos resultados dessa rede de experimentos verificou-se que as cultivares de ciclo curto (100 a 110 dias), semeadas em maio, resultaram em menor risco de redução do rendimento pela redução das chuvas verificada nas regiões do Agreste e dos Tabuleiros Costeiros, a partir de agosto, na maioria dos anos. Além disso, o teor de óleo e de proteína dos grãos de soja foi similar ao verificado nas principais regiões produtoras. Muito embora os resultados sejam parciais, há indicativo de potencial para produção de soja na região, sendo necessário, no entanto, obter informações adicionais sobre os demais aspectos do sistema de produção.

### **Introdução**

O Estado de Alagoas consome anualmente, aproximadamente, 50.000 t de soja, adquirida nos estados produtores mais próximos, especialmente Bahia e Maranhão. Considerando a produtividade média na região nordeste na safra 2007/08 (3.057 kg/ha), esse consumo equivale à produção de aproximadamente 16.000 ha. Devido ao transporte, a soja chega a Arapiraca, AL, com considerável adicional de custo. Esse conjunto de fatos levou a Secretaria da Agricultura de Alagoas - SEAGRI (Regional de Arapiraca), juntamente com empresários locais, a estabelecer parceria com a Embrapa para desenvolver atividades de pesquisa para avaliar o potencial da cultura da soja no Estado. Assim, a partir de 2001, teve início um programa de pesquisa experimental nas regiões do Agreste e dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

### **Material e Métodos**

Os experimentos vêm sendo conduzidos desde 2001, em vários municípios da região do Agreste e dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, avaliando-se o comportamento/adaptação de cultivares e o efeito da época de semeadura, através das variáveis produtividade de grãos, altura de planta, duração do ciclo e teor de óleo e de proteína do grão. Durante quatro anos, a avaliação de cultivares foi realizada em ensaios de competição conduzidos em duas épocas (maio e junho) e em quatro locais (Arapiraca, Boca da Mata, Coruripe e Teotônio Vilela).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. O teor de óleo e de proteína nos grãos foi avaliado em 2002, 2003 e 2005, nos municípios de Teotônio Vilela e Arapiraca e, as análises, realizadas no Laboratório de Melhoramento da Embrapa Soja, Londrina, PR. As cultivares testadas, por local e por época de semeadura, em cada ano, estão descritas na Tabela 1.

### **Resultados, Discussão e Conclusões**

Os resultados médios de produtividade das cultivares, em duas épocas de semeadura e nos cinco locais são apresentados na Tabela 2. Observou-se grande variação na produtividade média da soja durante os anos de condução dos ensaios, sendo esta oscilação devida, não só ao estabelecimento da nova cultura, como às variações no volume e na distribuição das chuvas durante o ciclo da cultura. Mesmo assim, em anos com precipitação pluviométrica adequada, como 2002 e 2005, e na semeadura de maio, a produtividade média,

considerando os quatro locais, foi de 2932 e 3541 kg/ha, respectivamente, evidenciando o grande potencial da cultura na região.

Em relação às épocas de semeadura, observa-se que a implantação da cultura no mês de maio possibilitou, de modo geral, as maiores produtividades (Tabela 2). O atraso da semeadura para junho, proporciona a redução média na produtividade em 464 kg/ha. Esta diferença pode ser devida não só a disponibilidade de água, a partir de agosto/setembro, nas fases de florescimento e de enchimento de grãos, como também a adaptação das cultivares testadas às características edafoclimáticas da região. Além disso, a redução de produtividade foi mais evidente nas cultivares de ciclo longo e por esta razão, têm se dado ênfase nos experimentos de competição de cultivares aos materiais de ciclo precoce ou médio. Apesar da variação entre os anos de condução, é importante destacar que a produtividade média para a semeadura de maio foi de 2900 kg/ha, próximo a média nacional (TECNOLOGIA..., 2008).

Tabela 1. Cultivares avaliadas em quatro locais do Estado de Alagoas, entre 2001 e 2005.

Local	Ano	Época de Semeadura	Cultivares
Arapiraca	2001	Maio e Junho	MG/BR 46 (Conquista), BRS Tracajá, BRS Sambaíba, BRSMA Seridó RCH e BRS Juçara
Boca da Mata	2002	Maio e Junho	MG/BR 46 (Conquista), BRS Tracajá, BRS Sambaíba, BRSMA Seridó e BRSMG Garantia
Coruripe	2003		
Teotônio Vilela	2004 2005	Maio e Junho	MG/BR 46 (Conquista), BRS Tracajá, BRS Sambaíba, BRSMA Seridó, BRS Garantia, BRSGO Bela Vista, BRSGO Paraíso, BRS Pétala, BRS Pirarara e BRS Raimunda

Tabela 2. Produtividade média de soja em quatro locais do Estado de Alagoas, em duas épocas de semeadura. SEAGRI-AL/Embrapa. 2009

Época de Semeadura	Ano	Local				Média
		Teotônio Vilela	Arapiraca	Boca da Mata	Coruripe	
Maio	2002	2643	3835	2714	2537	<b>2932</b>
	2003	2152	2016	2522	3263	<b>2337</b>
	2004	2925	2385	2651	2809	<b>2790</b>
	2005	3264	3335	-	4025	<b>3541</b>
	<b>Média</b>	<b>2746</b>	<b>2893</b>	<b>2629</b>	<b>3158</b>	<b>2900</b>
Junho	2001 <sup>1</sup>	1277	2174	2521	1502	<b>1868</b>
	2002	2433	2998	2800	1639	<b>2744</b>
	2003	1726	1426	2060	3512	<b>2181</b>
	2004	2019	2650	2148	2937	<b>2438</b>
	2005	2955	1574	-	2093	<b>2207</b>
<b>Média</b>	<b>2283</b>	<b>2162</b>	<b>2336</b>	<b>2847</b>	<b>2392</b>	

<sup>1</sup> Semeadura apenas em junho; <sup>2</sup> No cálculo da média, de local, de época e geral, os resultados de 2001, dos quatro locais, e de 2002, de Coruripe, não foram incluídos, por se tratar de soja de primeiro ano, com produtividades muito abaixo do potencial produtivo.

O teor de óleo e de proteína dos grãos de soja foi similar ao observado nas regiões tradicionais de cultivo, com média nos três anos de 21,1 % de óleo e 39,7 % de proteína (PIPOLO, 2002), entretanto, em anos com melhor distribuição de chuvas (2002 e 2005) obteve-se maiores teores de proteína (40,9 % em média), comparado ao ano de 2003, com teor médio

de proteína de 37,2 % (Tabela 3). O teor de óleo teve menor variação durante os três anos avaliados.

Tabela 3. Teor de óleo e de proteína nos grãos de soja, cultivadas em Teotônio Vilela, AL e em Arapiraca, AL, nos anos de 2002, 2003 e 2005.

Cultivar	Ano <sup>1</sup>					
	2002		2003		2005	
	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína
----- % -----						
Teotônio Vilela						
BRS Seridó	21,2	43,9	22,9	38,6	18,50	42,69
BRS Tracajá	21,6	42,1	23,8	36,8	18,13	42,58
Arapiraca						
BRS Seridó	21,5	41,4	22,3	36,5	18,46	40,26
BRS Tracajá	22,5	39,6	23,2	36,8	18,72	39,48
<b>Média Total</b>	<b>21,7</b>	<b>40,5</b>	<b>23,1</b>	<b>37,2</b>	<b>18,5</b>	<b>41,3</b>

<sup>1</sup> disponibilidade hídrica adequada em 2002 e em 2005 e baixa em 2003

Os resultados experimentais demonstram a potencialidade da cultura da soja na região. Com os avanços dos trabalhos de pesquisa, principalmente de manejo da cultura e da fertilidade do solo e de adaptação das cultivares, a cultura pode se tornar em pouco tempo, mais uma opção de rotação e de sucessão de cultivo para os agricultores, reduzindo o déficit de soja em grãos, de óleo ou de farelo no Estado de Alagoas.

Para reduzir os riscos de frustração de safra, em função de déficit hídrico, é fundamental o estabelecimento de data de semeadura baseado nas características edafoclimáticas das principais regiões agrícolas do Estado. Para isso, faz-se necessário ajustar as exigências bioclimáticas e edáficas da soja às disponibilidades das distintas regiões, através do zoneamento agroclimático de risco, ferramenta indispensável na agricultura moderna, possibilitando o cultivo com o máximo rendimento potencial, com os menores riscos de frustração de safra por falta de água.

Outra prática importante que pode contribuir para que a semeadura seja realizada na melhor época indicada, no mês de maio, reduzindo o risco da falta de chuva no período reprodutivo da soja, é a semeadura direta. O fato de não precisar preparar o solo permite ao produtor maior rapidez para iniciar a semeadura assim que as chuvas de abril-maio satisfaçam às exigências hídricas para o estabelecimento da cultura e, conseqüentemente, com menor probabilidade de atraso na semeadura para junho, como ocorre hoje na região.

#### Referências

PÍPOLO, A.E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill). 2002. 128p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Londrina.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – região central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 280p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja: n.12).

## RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM SOJA EM ALAGOAS: II – AJUSTE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

### SOYBEANS EXPERIMENTAL RESULTS IN ALAGOAS STATE, BRAZIL. II – CROP SYSTEM MANAGEMENT ADJUSTS

GARCIA, A<sup>1</sup>.; VASCONCELOS FILHO, J.C<sup>2</sup>.;CAMPO, R.J.<sup>1</sup>; LONIEN, G.<sup>1</sup>; MERICLES, F.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Embrapa soja, C.P. 231, 86.001-970, Londrina, PR; <sup>2</sup> SEAGRI-AL. e-mail: [garcia@cnpso.embrapa.br](mailto:garcia@cnpso.embrapa.br)

#### Resumo

O Estado de Alagoas consome, anualmente, aproximadamente 40.000 toneladas de soja, trazida, em sua maioria, de Barreiras, BA e/ou de Balsas, MA. Tal dependência levou a Secretaria da Agricultura de Alagoas e a Embrapa a estabelecerem parceria para avaliar o potencial da cultura da soja no Estado. O foco do programa de pesquisa era, inicialmente, avaliação de cultivares e época de semeadura. No entanto, após os primeiros anos concluiu-se pela necessidade de geração de dados locais sobre outros aspectos do sistema de produção. Assim, a partir de 2004 foi conduzido um experimento de rotação soja-milho, em Arapiraca, AL, e três experimentos sobre o tratamento das sementes, um em Teotônio Vilela, AL e dois em Penedo, AL. O milho cultivado após soja teve aumento de rendimento nos quatro anos, variando de 8,1 % a 17,4 %. A resposta da soja cultivada após milho foi menos consistente. Em áreas de primeiro ano com soja, a adubação nitrogenada e o tratamento das sementes com fungicidas e Co e Mo reduziram a produtividade e a altura da planta.

#### Introdução

O Estado de Alagoas consome anualmente, aproximadamente, 40.000 toneladas de soja, adquirida nos estados produtores mais próximos, especialmente Bahia e Maranhão. Estima-se que esse volume equivale à produção 12.800 hectares (produtividade média de 2000 a 2500 kg/ha). A soja e o milho chegam a Arapiraca com um considerável adicional de custo, comparativamente ao preço pago na região de produção. Esse fato justificou a demanda da Secretaria da Agricultura de Alagoas-SEAGRI, regional de Arapiraca, e de empresários locais, por pesquisas que permitissem avaliar o potencial da cultura da soja no Estado. Assim, a Embrapa em atenção à demanda, atendeu a solicitação e iniciou, em 2001, o programa de pesquisa experimental nas regiões do Agreste e dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. Portanto, a partir de 2004, além dos ensaios de competição de cultivares, foram instalados experimentos para avaliar a rotação soja/milho, bem como, a eficiência agrônômica de práticas como o tratamento de sementes com fungicidas e a aplicação de pequenas doses de N na adubação de semeadura.

#### Material e Métodos

##### Estudo 1 – Rotação de culturas

O experimento de rotação soja/milho teve início em 2004, no município de Arapiraca, AL, com o objetivo de avaliar as duas culturas em monocultivo, em comparação com a rotação iniciada por milho e iniciada por soja. Utilizou-se a cultivar de soja BRS Tracajá e o híbrido de milho CO 32. A adubação de fundação, no milho, foi de 300 kg/ha da fórmula 08-18-20 e, na soja, foi 300 kg/ha da fórmula 02-18-18. Em cobertura, no milho foram aplicados 40 kg N/ha, na forma de Sulfato de amônia, e na soja 48 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. Com base nos resultados foi possível avaliar, a partir do segundo ano de experimentação, o efeito da rotação de culturas (Tabela 1).

##### Estudo 2 – Tratamento e inoculação das sementes

O primeiro experimento foi instalado no município de Penedo, AL, em 2005, em área de primeiro ano com soja, com o objetivo de avaliar a resposta de três cultivares à aplicação de pequenas doses de nitrogênio (N) aplicada na semeadura, associada ou não ao efeito do

tratamento de semente com fungicida e com os micronutrientes CO e Mo. Para tanto, o experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições, com as cultivares nas parcelas e os seguintes tratamentos nas subparcelas:

**Trat. 1** - 6 kg/ha de N (300 kg/ha da fórmula 02-18-18);

**Trat. 2** - 24 kg/ha de N (300 kg/ha da fórmula 02-18-18 + 18 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio);

**Trat. 3** – tratamento 1 + Fungicida (F), mistura formulada de Vitavax+Thiram 200 SC (250 mL/100 kg semente) + Micronutrientes (M), aplicação de cobalto (Co) e de molibdênio (Mo), (Co+Mo), nas doses de 2 e 18 g/ha, respectivamente, via semente;

**Trat. 4** – tratamento 2 + Fungicida (F), mistura formulada de Vitavax+Thiram 200 SC (250 mL/100 kg semente) + Micronutrientes (M), aplicação de Co+Mo (2 e 18 g/ha, respectivamente), via semente;

Em todos os tratamentos as sementes foram inoculadas com duas doses do inoculante comercial. A aplicação N, na adubação de base, não é oficialmente recomendada (TECNOLOGIAS..., 2008), mas admiti-se, por questões de flexibilização na utilização das fórmulas disponíveis, até 20 kg/ha de N. Assim, optou-se por avaliar a eficiência da aplicação de doses reduzidas de N, por se tratar de áreas sem tradição de cultivo de soja (Tabela 2).

O segundo experimento foi conduzido em 2007, nos municípios de Penedo, AL e de Teotônio Vilela, AL, com o objetivo de avaliar a resposta de três cultivares à aplicação de micronutrientes (Co + Mo), via foliar, ao tratamento de sementes com fungicida e micronutrientes (Co e Mo), via sementes e a aplicação de fungicida e micronutrientes (Co e Mo), via foliar (Tabela 3). Todos os tratamentos receberam o dobro da doses recomendada de inoculante contendo a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*. O delineamento experimental foi o mesmo do experimento anterior.

## Resultados, Discussão e Conclusões

Os resultados são apresentados na Tabela 1. A rotação milho/soja (Tratamentos B e D) proporcionou aumento da produção de milho entre 11,4 % a 17,4 %, quando comparado ao monocultivo de milho (Tratamento C), mostrando a importância dessa rotação para a cultura do milho, que é de grande interesse para Alagoas, assim como é a soja. Por outro lado, a resposta da soja por efeito da rotação com o milho foi menos expressiva, com resultados positivos em 2005 e 2006, e negativos em 2007. Estes resultados evidenciam a importância da rotação, não só por questões de manejo de solo e pelo melhor aproveitamento da adubação residual, como também pelo aumento da produtividade, a soja se apresenta como uma opção viável de rotação para os produtores de milho de Alagoas incluírem no seu sistema de produção.

Tabela 1. Produtividade de soja (S) e de milho (M), em rotação, em Arapiraca, AL, em cinco anos, e respectiva diferença percentual obtida com a rotação em relação a monocultura.

Tratamento <sup>1</sup>	2004	2005	var.	2006	var.	2007	var.	2008	var.
	----- kg/ha -----		%	-- kg/ha --	%	-- kg/ha --	%	-- kg/ha --	%
A	1773 (S)	3956 (S)		2280 (S)		2292 (S)		2491 (S)	
B	7766 (M)	4401 (S)	<b>11,2</b>	2678 (M)	<b>17,4</b>	2120 (S)	-8,2	5078 (M)	<b>11,4</b>
C	7438 (M)	4569 (M)		2213 (M)		3008 (M)		4557 (M)	
D	1803 (S)	5333 (M)	<b>16,7</b>	2465 (S)	<b>8,1</b>	3276 (M)	<b>8,9</b>	2488 (S)	-0,1

<sup>1</sup> Tratamentos: A - Monocultura de soja; B - Rotação de culturas (milho/soja); C - Monocultura de milho; D - Rotação de culturas (soja/milho)

Os resultados dos experimentos de avaliação do efeito da adubação com N e do tratamento das sementes são apresentados nas Tabelas 2 e 3, onde se observam o efeito significativo dos tratamentos na média das três cultivares. No primeiro experimento (Tabela 2), a melhor resposta foi à aplicação da menor dose de N (6,0 kg/ha), superior estatisticamente aos tratamentos com 6,0 e 24,0 kg/ha de N, associado ao tratamento das sementes com

fungicida e com micronutrientes. Efeito mais negativo do aumento das doses de nitrogênio no desenvolvimento das plantas pode ser constatado na redução da altura das plantas, em função do aumento das doses de N, associado ao tratamento de sementes com fungicida e micronutrientes (Tabela 2).

Nos experimentos de 2007 (Tabela 3), em que foi avaliado apenas o efeito do tratamento das sementes, a resposta foi mais consistente, tanto para rendimento como para altura de planta, mostrando que a aplicação nas sementes dos fungicidas e dos micronutrientes Co e Mo afetaram negativamente o desenvolvimento das plantas, possivelmente, por terem reduzido a eficiência da inoculação (Hungria et al., 2001) e, conseqüentemente, reduzido o suprimento de N às plantas. Estes resultados reforçam a indicação oficial de que, em áreas de primeiro ano com soja, deve-se priorizar as condições favoráveis à sobrevivência de alta população da bactéria responsável pela fixação biológica de N e responsável pelo fornecimento desse elemento às plantas. Nessas condições (primeiro ano), qualquer fator que possa afetar negativamente a população dessa bactéria pode concorrer para reduzir o desenvolvimento e a produtividade da soja (Hungria et al., 2001). Como, as sementes de soja utilizadas pelos produtores de Alagoas são colhidas em março-abril nos estados vizinhos, chegam com alta germinação e vigor o momento da semeadura, em maio-junho, dispensando o uso de fungicida para garantir a germinação e emergência, desde que semeadas em condições ideais de umidade do solo. Por sua vez, os micronutrientes Co e Mo podem ser aplicados via foliar (TECNOLOGIA..., 2008).

Tabela 2. Altura de planta e produtividade de grãos, em função da adubação nitrogenada isoladamente ou associada ao tratamento de sementes com fungicida e com micronutrientes, em 2005, em Penedo, AL. (média de três cultivares).

<b>Tratamento<sup>1</sup></b>	<b>Altura de Planta<sup>2</sup> (cm)</b>	<b>Produtividade<sup>2</sup> (kg/ha)</b>
6 kg/ha de N	50,2 a	3006 a
24 kg/ha de N	46,8 b	2840 ab
6 kg/ha de N + F+M	38,6 c	2667 b
24 kg/ha de N + F+M	37,9 c	2401 c
<b>CV %</b>	<b>5,68</b>	<b>6,89</b>

<sup>1</sup> 6 N e 24 N: kg/ha de nitrogênio na adubação de base; F: fungicida aplicado nas sementes; M: micronutrientes Co e Mo aplicados via semente. Em todos os tratamentos foi realizada a inoculação das sementes com o dobro da dose recomendada pelo fabricante;

<sup>2</sup> Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %

Tabela 3. Produtividade de grãos e altura de planta, de três cultivares de soja, em dois locais, em função de três tratamentos de sementes, em 2007. (média de três cultivares)

<b>Tratamentos<sup>1</sup></b>	<b>Teotônio Vilela</b>		<b>Penedo</b>	
	<b>Rend.<sup>2</sup> (kg/ha)</b>	<b>Altura<sup>2</sup> (cm)</b>	<b>Rend.<sup>2</sup> (kg/ha)</b>	<b>Altura<sup>2</sup> (cm)</b>
MFol	2595 a	54 ns	2536 a	50 a
F+MFol	2146 b	59	1823 b	45 b
F+MSem	2038 b	62	1081 c	41 c
<b>Media</b>	<b>2259</b>	<b>58</b>	<b>1813</b>	<b>45</b>
<b>CV (%)</b>	<b>16,5</b>	<b>6,8</b>	<b>23,4</b>	<b>6,9</b>

<sup>1</sup> MFOL: inoculante+ Micro (Co e Mo) via foliar; F+MFOL: Inoculante+ Fungicida + Micro (Co e Mo) via foliar; F+MSEM: Inoculante + Fungicida + Micro (Co+Mo) via semente.

<sup>2</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %

#### Referências

HUNGRIA, m.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2001. 48p. (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, 13).  
 TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – região central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 280p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja: n.12).

## MANEJO DE PRAGAS: RESULTADOS OBTIDOS NOS CAMPOS PILOTOS DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE SOJA, NO ESTADO DO PARANÁ, NA SAFRA 2006-2007.

### PEST MANAGEMENT: RESULTS OBTAINED IN INTEGRATED PRODUCTION SOYBEAN FIELDS, AT PARANÁ STATE, IN 2006-2007 SEASON.

LIMA, D.<sup>1</sup>; SEIXAS, C.D.S.<sup>1</sup>; CORRÊA-FERREIRA, B.S.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, M.A.<sup>1</sup>; ADEGAS, F.S.<sup>1</sup>; SANTOS, A.M.B.<sup>2</sup>; SOARES, R.M.<sup>1</sup>; GARCIA, A.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, A.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR; <sup>2</sup>Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG; e-mail: [divania@cnpso.embrapa.br](mailto:divania@cnpso.embrapa.br). Projeto financiado com recursos do CNPq.

#### Resumo

A produção integrada é um sistema orientado por mecanismos reguladores que contemplam requisitos de qualidade do produto e sustentabilidade da produção, enfatizando a proteção ambiental, a segurança alimentar, os requisitos sociais e de saúde dos trabalhadores e a viabilidade econômica da atividade. Na produção integrada são monitorados e registrados todos os procedimentos adotados durante cada etapa do processo produtivo, garantindo assim, a rastreabilidade e a qualidade do produto. A partir da safra 2006/07 vem sendo conduzido projeto com o intuito de elaborar e validar as Normas Técnicas Específicas para Produção Integrada de Soja. Na referida safra foram implantados nove campos pilotos de produção integrada de soja, em área de produtores, conduzidos em parceria com a Emater-PR e as cooperativas Copacol, CVale e Coopavel, seguindo versão preliminar da norma. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos na safra 2006/07, referentes ao manejo de plantas daninhas, de insetos pragas e de doenças no contexto da produção integrada. Os resultados mostram que houve redução do número de aplicações de agrotóxicos e que não foi constatada a presença de resíduos desses produtos nos grãos de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, monitoramento, rastreabilidade e sustentabilidade.

#### Introdução

A capacidade competitiva da cultura da soja no Brasil esteve sempre associada aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Paralelamente aos programas de melhoramento genético, que contemplam a criação de cultivares adaptadas às diversas regiões brasileiras, com ênfase em produtividade e resistência às principais doenças, foram alcançados, também, avanços expressivos em outras áreas da pesquisa, relacionadas ao manejo de solos e à rotação de culturas, ao manejo de adubação e calagem, à fixação biológica de nitrogênio, ao manejo de pragas (plantas daninhas, insetos e doenças) e à caracterização dos principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita.

Embora existam todos esses avanços científicos que permitem a produção da soja com menor agressão ao ambiente, verifica-se que grande parte dessas tecnologias não tem sido adotada pelos agricultores ou são adotadas de maneira isolada ou dissociadas, não causando o impacto positivo desejado.

A Produção Integrada surgiu na década de 1970, na Europa, como uma extensão do manejo integrado de pragas. Nos últimos anos vem influenciando o mercado internacional, impulsionada pelo movimento crescente de consumidores que buscam alimentos sem resíduos de agrotóxicos e que sejam produzidos com respeito ao homem e ao ambiente, passando a ser vista como um sistema viável para a manutenção da sustentabilidade de diversas culturas, entre elas, a soja.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou, em 2006, o Projeto de Produção Integrada de Soja, coordenado pela Embrapa Soja, tendo como instituições parceiras a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais



(EPAMIG), a Universidade Estadual de Londrina (UEL), o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-PR) e as cooperativas C.Vale, Copacol e Coopavel. O projeto foi concebido de forma a ser conduzido por três safras subseqüentes, iniciando-se a partir da safra 2006/07, tendo como meta elaborar as Normas Técnicas Específicas para Produção Integrada de Soja e validá-las a campo.

Considerando esse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos nos campos pilotos de produção integrada na safra 2006/07, referentes ao manejo de plantas daninhas, de insetos pragas e de doenças.

#### Material e métodos

Na safra 2006/07 foram implantados, em áreas de produtores, nove campos pilotos de Produção Integrada de Soja (PI Soja), nos municípios de Arapongas (02), Cascavel (02), Nova Aurora (02), Cafelândia (01) e Palotina (02), totalizando uma área de 62,7 ha. Todos os campos pilotos do projeto PI Soja foram implantados em áreas onde se utiliza o Sistema de Plantio Direto (SPD).

Antes da semeadura foi realizado o levantamento das plantas daninhas predominantes em cada campo piloto, a fim de subsidiar a indicação dos herbicidas a serem utilizados.

O monitoramento de insetos pragas e de doenças foi realizado pelos responsáveis técnicos dos campos, por meio de visitas periódicas procedendo-se a anotação das ocorrências das doenças e insetos pragas em fichas de controle. Para lagartas e percevejos, a verificação do nível populacional foi feita utilizando-se o pano de batida. A decisão de aplicação de agrotóxicos (inseticidas e fungicidas) foi tomada considerando-se o nível de dano estabelecido para os principais insetos pragas, e a incidência e severidade das doenças observadas nas áreas (Tecnologias..., 2006).

Os fungicidas, para uso nos campos pilotos, foram indicados com base nas indicações técnicas para a cultura da soja (Tecnologias..., 2006), e na classificação quanto à prioridade de uso, que foi determinada com base na classe toxicológica e na classe ambiental de cada produto. Assim, os fungicidas que se enquadram na classe toxicológica III e na classe ambiental III foram apontados como de prioridade 1 de uso. Aqueles que se enquadram na classe toxicológica III e na classe ambiental II, apontados como de prioridade 2. Aqueles que se enquadram na classe toxicológica II e na classe ambiental II foram apontados como de prioridade 3 e, aqueles com classe toxicológica I e classe ambiental II como prioridade 4. Ressaltando-se sempre a preferência daqueles classificados como prioridade 1 até a prioridade 4, sucessivamente.

A fim de verificar nos grãos a possível presença de resíduos dos agrotóxicos utilizados durante o processo de produção, no momento da colheita de cada campo piloto foram coletadas amostras de grãos as quais foram submetidas à análise de resíduos.

#### Resultados, discussão e conclusões

A produtividade média dos campos pilotos, na safra 2006/07 foi de 3.612 kg ha<sup>-1</sup>, sendo superior à média do Estado, que foi de 2.995 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2007).

As plantas daninhas predominantes nos campos pilotos foram trapoeraba (*Commelina benghalensis*), picão preto (*Bidens* sp.), corda de viola (*Ipomoea* sp.), caruru (*Amaranthus* sp.), poaia (*Richardia brasiliensis*), marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e buva (*Conyza* sp.) O número médio de aplicações de herbicidas nesses campos foi de 2,44, havendo predominância da utilização de herbicidas que controlam tanto as ervas de folhas largas quanto as de folhas estreitas.

Levantamento realizado junto aos assistentes técnicos de cooperativas e da Emater, no Estado do Paraná, com o intuito de quantificar o número de aplicações de herbicidas realizadas na cultura da soja, concluiu que a média de aplicações ficou em torno de 2,7. Dessa forma, pode-se constatar que nos campos pilotos de produção integrada houve redução de 9,6 % no número de aplicações de herbicida.

Em todos os campos pilotos foi detectada a presença da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e dos percevejos marrom (*Euschistus heros*) e verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*). Em quatro desses campos foi detectada a presença da lagarta falsa medideira

(*Pseudoplusia* sp.) e, em dois deles, a presença de acáros, pragas essas que até pouco tempo eram caracterizadas como secundárias na cultura da soja. O número médio de aplicações de inseticidas nos campos pilotos foi de 2,44, mostrando-se inferior à média do Estado do Paraná na safra 2003/2004, que foi de 3,56 aplicações (SEAB, 2007)

Apesar dos bons resultados alcançados na safra 2006/07, verificou-se que é ainda elevado o número de aplicações de inseticidas de classe toxicológica I e II nas áreas de produção integrada, bem como o uso de produtos seletivos e não seletivos aplicados juntos. Esses pontos serão destacados e trabalhados no âmbito do projeto de PIS nas safras subsequentes.

Quanto à aplicação de fungicidas, o número médio de aplicações nos campos piloto foi de 1,4, sendo portanto, inferior à média de duas aplicações verificadas no Estado do Paraná (Godoy, 2007). Em todos os campos a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrizii*) foi detectada, sendo que, em dois desses a incidência deu-se no estádio R6 com baixo índice de severidade, não se justificando aplicação de fungicidas. Do total de aplicações realizadas visando o controle de doenças 92,3 % tiveram como alvo o controle da ferrugem e apenas 7,7 % foram realizadas com vistas a controlar doenças de final de ciclo (*Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines*). Em três campos foi relatada a ocorrência de oídio (*Erysiphe diffusa*) mas com baixa severidade não se justificando o controle. Foi detectada a presença de *Macrophomina phaseolina*, fungo causador da prodrisão de carvão da raiz, em dois campos, mas essa doença não tem controle químico até o momento. O crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) e o míldio (*Peronospora manshurica*) também foram detectados em todos os campos. Porém, essas doenças não têm causado perdas em lavouras de soja e não é necessário adotar medidas de controle.

A aplicação de agrotóxicos variou em cada campo piloto, de forma que na totalidade dos campos o número de ingredientes ativos utilizados foi de 23. As análises realizadas detectaram que o Limite de Quantificação (LOQ) para todos os princípios ativos foi inferior ao Limite Máximo de Resíduos (LMR) estabelecido tanto em nível nacional quanto pelo *Codex Alimentarius*, evidenciando a ausência de resíduos de agrotóxico nos grãos de soja.

As Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Soja estão sendo validadas a campo com a participação efetiva da pesquisa, da assistência técnica, e dos agricultores. Os resultados obtidos nos campos pilotos monitorados na safra 2006/07 mostraram que houve redução na aplicação de agrotóxicos e não foi constatada a presença de resíduos desses produtos nos grãos de soja.

## Referências

CONAB. **Levantamento de safra**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 30 set. 2007.

GODOY, C.V. Situação da ferrugem da soja no Paraná e Santa Catarina, na safra 2006/07. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, 2007, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 57-59 (Embrapa Soja. Documentos, 281 )

SEAB. PR – **Emater resgata o manejo integrado de pragas da soja contra excesso de agrotóxicos**. Disponível em: < <http://www.seab.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=2768> > Acesso em: 30 set. 2007.

SISTEMA de Alerta. Disponível em: < [http://www.cnpso.embrapa.br/download/tabela/fungicidas\\_2007.doc](http://www.cnpso.embrapa.br/download/tabela/fungicidas_2007.doc) > Acesso em: 10 ago. de 2007.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Paraná 2006. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 208p.

## IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DE CONTAMINAÇÃO CRUZADA ENTRE CULTIVOS TRANSGÊNICOS E CONVENCIONAL NA CADEIA PRODUTIVA DA SOJA

### IDENTIFICATION OF CROSS-CONTAMINATION CRITICAL POINTS BETWEEN TRANSGENIC AND CONVENTIONAL CROPS ON THE SOYBEAN PRODUCTION CHAIN

LOPES, V.S.<sup>1</sup>; ROLLA, A.A.P.<sup>2</sup>; FILHO, P.J.C.<sup>3</sup>; KUWAHARA, M. K.<sup>4</sup>; PASSIANOTO, A.L. de L.<sup>5</sup>; LIMA, D.<sup>6</sup>; DOMIT, L.A.<sup>4</sup>; DALBOSCO, M.<sup>7</sup>; MIRANDA, L.C.<sup>6</sup>; MARCELINO, F.C.<sup>4</sup>. <sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, CEP 86020-000, Londrina-PR; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina – UEL, <sup>3</sup>Universidade do Norte do Paraná – UNOPAR, <sup>4</sup>Embrapa Soja; <sup>5</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, <sup>6</sup>Embrapa Transferência de Tecnologia - SNT, <sup>7</sup>Cooperativa COPACOL; e-mail: [valopes@cnpsso.embrapa.br](mailto:valopes@cnpsso.embrapa.br)

#### Resumo

A produção agrícola de plantas transgênicas é uma realidade no Brasil, principalmente no que se refere à soja *Roundup Ready*®, liberada para plantio e comércio desde a safra de 2003. Neste sentido, questões relacionadas à mistura de grãos nos diversos pontos da cadeia produtiva têm sido rotineiras. O objetivo deste trabalho foi rastrear a cadeia de produção da soja, a fim de identificar possíveis pontos de contaminação entre os cultivos convencional e transgênico. Foram selecionadas duas áreas produtoras de soja convencional, discriminadas pela existência ou não de áreas circunvizinhas produtoras de soja transgênica, cujos produtores utilizam semente obtida da mesma Cooperativa, mas rotinas de produção, equipamentos e pessoal independente. As amostras foram coletadas na safra 2007/2008, na localidade de Cafezal, em diferentes pontos da cadeia produtiva, desde a saída da semente da cooperativa pela aquisição pelo produtor até a chegada na moega, no recebimento dos grãos na UBS, totalizando 28 amostras, coletadas em triplicatas. Um screening inicial da presença de material transgênico foi feito utilizando o teste de tira, sendo que as amostras positivas foram confirmadas por PCR e, posteriormente, tiveram os níveis de contaminação determinados por PCR quantitativo. Apenas três amostras foram positivas em todos os testes realizados: uma coletada na colheita e duas no recebimento, com níveis de contaminação de 0,414, 0,117 e 0,132%, respectivamente, indicando tais pontos como potencialmente críticos para mistura não apenas de grãos, mas de resíduos como poeira, no momento do descarregamento de materiais convencionais e GM, em caso de compartilhamento de área de recebimento.

Palavras-chave: *rastreabilidade, cadeia produtiva da soja, detecção e quantificação de OGMs;*

#### Introdução

As primeiras sementes de soja transgênica resistentes ao herbicida glifosato chegaram ilegalmente ao Rio Grande do Sul, em meados da década de 90. A comercialização foi regulamentada em 2005 mediante publicação da Lei de Biossegurança Nº. 11.105 (ABUD *et al.*, 2007). A empresa detentora da tecnologia *Roundup Ready*® (RR) tem direitos de cobranças de taxas tecnológicas pelo seu uso, desde que a lei foi regulamentada no país. O agricultor deve pagar pela tecnologia no momento de aquisição das sementes ou quando declara sua produção. No caso dos produtores que declaram a produção apenas de soja convencional, é realizado o teste imunocromatográfico, para confirmar a ausência de material transgênico. Caso se confirme o resultado positivo, é exigido o pagamento de *Royalties* em valores mais que duplicados, e o produtor ainda deve pagar os custos do teste.

Considerando que os produtores muitas vezes compartilham máquinas (semeadoras, colhedoras e caminhões) e pessoal, e nem sempre distanciam as áreas cultivadas entre as lavouras transgênicas e convencionais, em pelo menos 10 m, conforme exigido pela CTNBio, e alternam entre cultivos transgênicos e convencionais na mesma área, espera-se a ocorrência de grãos transgênicos contaminando a produção dos cultivos convencionais. A mistura de materiais seria mais provável que o fluxo gênico vertical, uma vez que a soja apresenta baixa taxa de alopoliploidia e ainda apresenta mecanismo reprodutivo de cleistogamia. Logo, mesmo que o produtor opte pela produção de soja convencional poderá haver contaminação em sua safra, inviabilizando a comercialização como convencional.

O objetivo do trabalho foi identificar potenciais pontos críticos de ocorrência de contaminação via grãos geneticamente modificados na cadeia produtiva da soja, e determinar os níveis de contaminação encontrados por meio de análises moleculares.

#### Material e Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram identificadas duas áreas de cultivo de soja convencional para amostragem: Área 1, com 10 ha cultivados com soja convencional, há pelo menos duas safras, e apresentando em pelo menos dois lados de sua área, vizinhos que cultivam lavouras de soja RR®; e a Área 2, com 12 ha, cultivados com soja RR® na safra anterior, no entanto não apresentando propriedades vizinhas produtoras de transgênicos no período do estudo. As amostras foram coletadas na forma de grãos, folhas e/ou vagens, em 7 etapas específicas: na retirada das sementes da cooperativa; durante a semeadura; na lavoura antes e após a formação das vagens; durante a colheita, no transporte do campo até a USB e no descarregamento. Em cada ponto as amostras foram coletadas em triplicata, conforme protocolos de amostragem padrão. No caso de grãos cada amostra era composta por cerca de 3000 sementes, cerca de 1 kg, enquanto folhas ou vagens, cada amostra de pelo menos 150 diferentes plantas, coletadas ao acaso. Durante o recebimento na moega, três amostras de 1 kg, de grãos sabidamente convencionais, foram expostas em 3 diferentes bandejas, em diferentes pontos próximo à moega recebedora de grãos transgênicos, onde permaneceram por 1 h, sob vigilância. Esse procedimento visou verificar a possibilidade de contaminação via pó durante o recebimento de grãos em cooperativas que recebem grãos transgênicos e convencionais em moegas próximas.

Todas as amostras foram analisadas em duplicata (2 subamostras) para cada um dos testes, imunocromatográfico (Teste de Tira – Gehaka), PCR qualitativo e quantitativo. Todas as amostras positivas no teste de tira, e 2 negativas, foram submetidas à extração de DNA pelo método CTAB para confirmação dos resultados por PCR convencional e determinação dos percentuais de DNA transgene por PCR quantitativo. Para as análises qualitativas foram utilizados três pares de *primers*: um que anela em parte do gene que codifica a proteína lectina de soja, que foi utilizado como referência endógena para garantia da qualidade do DNA a ser analisado, e dois específicos para o cassete transgene, específicos a região promotora 35S e codificadora EPSPS do transgene alvo. As reações de PCR quantitativo foram efetuadas utilizando o kit TaqMan GMO Soy 35S (Applied Biosystems), que utiliza o promotor 35S como alvo e o gene da lectina como referência endógena. As condições de termociclagens e concentrações dos reagentes foram realizadas conforme recomendações do fabricante ou aquelas já padronizadas *in house*. Como padrão de calibração para quantificação utilizou-se os padrões de referência certificados (CRMs) produzidos pelo IRMM (Institute for Reference Materials and Measurement), contendo 0,1%, a 5,0% (p/p) de farinha de soja RR®.

#### Resultados e Discussão

De acordo com os resultados, três subamostras foram positivas no teste imunocromatográfico para a presença da proteína EPSPS, presente na soja RR® (Figura1A), uma delas, a subamostra 3.1, coletada na colhedora da área 2, sendo que apenas uma das repetições foi positiva, e duas oriundas de bandejas que ficaram expostas próximas à moega durante o descarregamento dos grãos transgênicos, neste caso duas das três amostras expostas na área de recebimento dos grãos foram positivas. No primeiro caso, devido à inexistência de lavouras transgenes vizinhas na área 2, acredita-se que a provável origem da contaminação seja o compartilhamento do maquinário utilizado na colheita, prática utilizada pelo produtor, uma vez que não foram detectadas plantas transgênicas na lavoura, demonstrada nas análises de folhas e vagens coletadas em 2 épocas, antes e após o florescimento, e nem nas sementes F1 presentes dentro das vagens (ausência de fluxo gênico vertical). As duas outras amostras que apresentaram resultado positivo, coletadas no recebimento, ratificam a possibilidade de contaminação na entrega dos grãos pelo produtor (Figura1B), caso seja realizado o recebimento de grãos transgenes e convencional em uma mesma área receptora. Das três amostras que ficaram expostas por 1h, apenas uma não apresentou resíduo transgene. Tal resultado demonstra que o produtor deve estar atento aos mais variados possibilidades de contaminação do seu lote de grãos, devido à elevada sensibilidade da técnica empregada na análise, em torno de 0,1% de limite de detecção.

As amostras positivas e duas negativas tiveram seu DNA extraído e foram analisadas por PCR qualitativo, que confirmaram a presença do material geneticamente modificado nas amostras oriundas da colhedora da área 2 e na área de recepção (Figura 2).

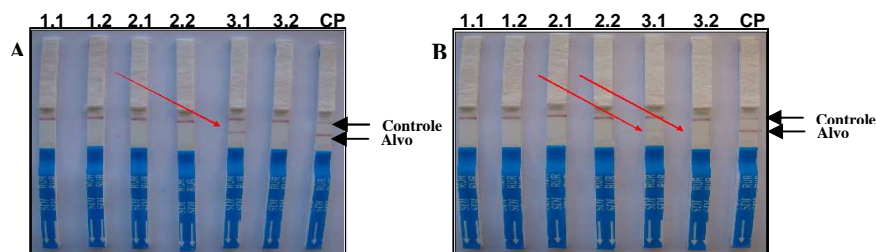


Figura 1 – Teste tira para detecção de soja Roundup Ready®. As amostras foram homogêneas, trituradas e ressuspensas em água destilada, e uma alíquota foi utilizada para inserção da tira. A – Triplicatas de grãos coletados na colhedora da área 2 e analisadas em duplicata. B – Triplicatas de grãos convencionais que ficaram expostos em bandejas na cooperativa próximos à moega, durante o descarregamento dos grãos. CP- controle positivo.

A quantificação das amostras por PCR quantitativo também foi coerente com os resultados apresentados tanto no teste de tira como no PCR convencional. As amostras 3 e 33 correspondem àquelas coletadas na cooperativa, na aquisição dos grãos pelo produtor, e no caminhão após a colheita, respectivamente, ambas negativas no teste de tira. A amostra 25, que apresentou 0,414% de resíduo transgênico, refere-se à amostra coletada na colhedora, enquanto as amostras 49 e 50, com percentuais de transgênico de 0,117 e 0,132%, àquelas que ficaram expostas na mesma bandeja, próxima à moega.



Figura 2 - Análise Qualitativa para detecção de OGMs. O DNA das amostras foi extraído pelo método CTAB e amplificado com primers específicos para o gene lectina (A) e para as regiões promotora 35S (B) e codificadora EPSPS (C). Foram analisadas as amostras coletadas na cooperativa (3), no caminhão após a colheita (33), na colhedora (25), e no recebimento, amostras que ficaram expostas em bandeja, próxima à moega recebedora de grãos transgenes (49 e 50). L100 – marcador de 100 pb (Invitrogen); CP- controle positivo; CN – controle negativo e B – branco.

Tabela 1. Resultados de quantificação das amostras por PCR quantitativo.

Amostras	%OGM	Amostras	%OGM	Amostras	%OGM
3 - UBS	0,078	33 - Caminhão A1	0,077	50 - Moega 1.2	0,132
25 - Colheitadeira A2	0,414	49 - Moega 1.1	0,117	CP (controle positivo)	113,746
				CN (controle negativo)	0,076

#### Conclusões

Foi possível constatar a ocorrência de contaminação cruzada entre as lavouras, sendo a etapa de colheita ponto crítico para contaminação, devido ao compartilhamento do maquinário, associada à falta de procedimentos para limpeza. De modo similar, a possibilidade de contaminação durante o descarregamento, devido à proximidade entre moegas recebedoras de grãos transgênicos e convencionais, foi demonstrada. Esse ensaio deverá ser repetido em outras safras para confirmação dos resultados obtidos.

#### Referências

ABUD, S.; SOUZA, G.R.; VIANNA, E.; LEONARDECZ, E.; MOREIRA, F. G.; MONTEIRO, P.M.F.O.; RECH, E. L.; ARAGÃO, F.J.L. Gene flow from transgenic to non transgenic soybean plants in Cerrado region of Brazil. **Genetic and Molecular Research**, v. 6, p.345-352, 2007.

<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/55.html?execview=listaitenslegislacao&norma=Leis>, acessado em: 10/03/2009 as 9:51h

## REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À FERRUGEM ASIÁTICA, CAUSADA PELO FUNGO *Phakopsora pachyrhizi* Sydow

GERMPLASM EVALUATION FOR RESISTANCE TO SOYBEAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow)

FARIAS NETO, A.L.<sup>1,4</sup>; SOUZA, P.I.M.<sup>1</sup>; MOREIRA, C.T.<sup>1</sup>, BROGIN, R.<sup>2</sup>; CARNEIRO, L.C.<sup>3</sup>; SANTIN, M.R.<sup>1</sup>; ALBUQUERQUE, B.<sup>1</sup>; DIANESE, A.C.<sup>1</sup>; SILVA, S.A.<sup>1</sup>. Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970, Planaltina, DF<sup>1</sup>. Embrapa Soja, Londrina-PR<sup>2</sup>; Universidade Federal de Goiás-Campus de Jataí<sup>3</sup>. email: auster@cpac.embrapa.br<sup>4</sup>.

### Resumo

A ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow é, atualmente, a principal doença de soja no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de soja para reação a ferrugem da soja. Ensaios foram instalados em Planaltina-DF, Vilhena-RO e Jataí-GO, onde quatro cultivares foram avaliadas sob diversos tratamentos com fungicidas. A cultivar BRSGO 7560 apresentou altos níveis de resistência a ferrugem, confirmando os resultados obtidos anteriormente em casa de vegetação.

Palavras-chave: *Glycine max*, ferrugem, resistência

### Introdução

A soja é figura como uma das principais culturas do Brasil, apresentando uma área plantada na safra 2007/2008 de 21,2 milhões de ha e produção de 59,8 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 2.821 kg/ha (CONAB, 2008). Atualmente a ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow aparece com a principal doença de soja no Brasil, causando sérios prejuízos à cultura. Os sintomas iniciais apresentam-se como pequenas pústulas foliares, de coloração castanha a marrom-escura. As lesões tendem para o formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro. Plantas severamente infetadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, maior a severidade da doença e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento de grãos.

O manejo da doença, tais como o controle químico, o vazio sanitário, a época de plantio e utilização de cultivares de ciclo precoce, tem minimizado as perdas em produtividade. O controle químico, quando seguidas às normas técnicas de uso, tem sido eficiente, mas aumenta os custos de produção e agride o meio ambiente.

Genes maiores de resistência ao patógeno já foram identificados. A resistência horizontal, por ser mais estável e, portanto duradoura, tem sido objeto de pesquisa e populações vêm sendo desenvolvidas nesse sentido. A utilização da tolerância como forma de controle, pode ser também uma alternativa viável.

A linhagem BR01-18437 foi avaliada em casa de vegetação pela Embrapa e apresentou um alto nível de resistência ao fungo. Essa linhagem está sendo lançada para a região do cerrado como a cultivar BRSGO 7560, sendo portadora de um gene maior recessivo, que confere resistência vertical à ferrugem. O uso de cultivares resistentes associado às técnicas de manejo da ferrugem deve minimizar as perdas em produtividade causadas pela doença.

O objetivo desse trabalho foi avaliar cultivares de soja para reação a ferrugem em condições de campo.

### Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em 3 locais na região do cerrado, na área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, em Vilhena-RO, em área experimental da Embrapa Soja e em Jataí-GO, em área experimental da Universidade Federal de Goiás. Os ensaios foram instalados em Dezembro de 2007 e obedeceram a um delineamento de blocos ao acaso

com quatro repetições, arranjos em esquema fatorial com dois fatores: cultivar e aplicações de fungicidas. Em Planaltina e Vilhena, foram avaliadas as cultivares BRSGO 7560, Bacuri e MS 6101, sendo que em Jataí, a cultivar Flora foi incluída no ensaio. Todas as cultivares se comportam como precoces nos locais de teste. Os níveis de aplicação de fungicidas foram cinco: 1- sem aplicação, 2- uma aplicação preventiva no florescimento, 3- duas aplicações, sendo uma no florescimento e a segunda 15 dias após a primeira aplicação, 4- uma aplicação 15 dias após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença e 5- 3 aplicações de fungicida, uma no florescimento e as demais 15 e 30 dias após o florescimento. As aplicações de fungicida (Priori extra) foram realizadas com pulverizador manual. A parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m, com espaçamento entre linhas de 50 cm e densidade de 18 plantas/metro linear. Foram determinados os índices de severidade da doença, baseado na porcentagem de área foliar atacada, e a esporulação do fungo, seguindo escala diagramática da Embrapa Soja (0=sem esporulação, à 4=esporulação abundante). As avaliações de severidade foram feitas semanalmente a partir do aparecimento dos sintomas iniciais da doença. Os dados foram analisados através do programa SAS (2000), através da análise padrão para experimentos fatoriais (Snedcor & Cochran, 1980), e as médias dos tratamentos comparados por meio do teste LSD (P=5%).

#### Resultados, discussão e conclusões

Observou-se que as maiores médias de severidade foram observadas no tratamento 1 (sem aplicação de fungicida) e as menores no tratamento 5, com três aplicações. A severidade média dos ensaios em Planaltina, Vilhena e Jataí foram, respectivamente, 60,4%, 62,8% e 20,3%. Nos três ensaios foram observadas diferenças significativas entre cultivares e entre aplicações de fungicidas. Para a interação cultivares\*aplicação de fungicidas apenas em Jataí foi observada significância. A cultivar BRSGO 7560 apresentou uma média de severidade significativamente menor que as outras cultivares em todos os locais, exceto em Jataí onde BRSGO 7560 apresentou média semelhante à cultivar Flora. Em Planaltina, BRSGO 7560 alcançou uma média de severidade de 36,7%, enquanto que Bacuri e MS 6101 alcançaram índices de 83,4% e 61,2%, respectivamente (Tabela 1). Em Vilhena a cultivar BRSGO 7560 apresentou índices de severidade de 38,7%, bastante inferiores a Bacuri e MS 6101, com índices de 79,0% e 70,9%, respectivamente (Tabela 2). As menores médias obtidas por BRSGO 7560 foram decorrentes de um menor desenvolvimento da doença nessa cultivar e de uma melhor resposta da mesma à aplicação de fungicidas. Em Jataí, apesar das menores diferenças observadas entre as cultivares, BRSGO 7560 apresentou índices significativamente inferiores a Bacuri e Flora no tratamento sem aplicação de fungicida, evidenciando a resistência da cultivar (Tabela 3).

A cultivar BRSGO 7560 apresentou ainda índices de esporulação significativamente menores que Bacuri e MS 6101 nos dois locais onde este parâmetro foi avaliado. Em Planaltina, BRSGO 7560 alcançou um índice de esporulação de 1,09, inferior significativamente a Bacuri (2,0) e MS 6101 (1,82). Em Vilhena, BRSGO 7560 alcançou um índice de 1,74, enquanto Bacuri apresentou um índice de 2,17 e MS 6101 um índice de 2,30.

Tabela 1- Médias de índice de severidade de ferrugem (porcentagem de área foliar atacada) e esporulação das cultivares BRSGO 7560, Bacuri e MS 6101, avaliados na fase R6 em Planaltina-DF, na safra 2007/2008.

Trat.fung.	Cultivar					
	Severidade			Esporulação		
	BRSGO 7560	Bacuri	MS6101	BRSGO 7560	Bacuri	MS6101
Trat 1	71,7 a,a	100 a,b	94,1 a,a	1,41 a,a	2,16 a,b	1,73 a,a
Trat 2	55,5 a,a	92,1 a,b	62,5 a,b	0,78 a,a	2,16 a,b	2,08 a,b
Trat 3	37,4 b,a	69,6 a,a	59,5 a,b	0,99 a,a	2,08 a,b	2,12 a,b
Trat 4	17,4 b,a	62,1 a,b	62,5 a,b	1,21 a,a	2,00 a,b	1,83 a,b
Trat 5	11,3 b,a	62,5 a,b	27,4 b,b	1,05 a,a	1,58 a,a	1,31 a,a
<b>Media</b>	<b>36,7a</b>	<b>83,4 c</b>	<b>61,2 b</b>	<b>1,09 a</b>	<b>2,0 b</b>	<b>1,82 b</b>
Media Geral	60,4			1,63		

Tabela 2- Médias de índice de severidade de ferrugem (porcentagem de área foliar atacada) e esporulação das cultivares BRSGO 7560, Bacuri e MS 6101, avaliados na fase R6 em Vilhena-RO, na safra 2007/2008.

Cultivar						
Trat.fung.	Severidade			Esporulação		
	BRSGO 7560	Bacuri	MS6101	BRSGO 7560	Bacuri	MS6101
Trat 1	77,5 a,a	100 a,a	100 a,a	2,15 a,a	2,44 a,a	2,98 a ,b
Trat 2	59,1 a,a	100 a,b	100 a,b	2,00 a,a	2,55 a,a	2,35 a,a
Trat 3	28,3 b,a	68,0 b,b	58,5 b,b	1,69 a,a	2,14 a,a	2,11 b,a
Trat 4	17,3 b,a	75,6 a,b,	55,7 b,b	1,66 a,	1,94 a,a	2,25 b,b
Trat 5	11,3 b,a	51,4 b,a	40,2 b,a	1,19 b,a	1,77 b,ab	1,83 b,a
<b>Média</b>	<b>38,7 a</b>	<b>79,0 b,</b>	<b>70,9 b,</b>	<b>1,74 a</b>	<b>2,17 b</b>	<b>2,30 b</b>
Média Geral	62,8			2,07		

Tabela 3- Médias de índice de severidade de ferrugem (porcentagem de área foliar atacada) das cultivares BRSGO 7560, Bacuri e Flora, avaliados na fase R6 em Jataí-GO, na safra 2007/2008

Cultivar			
Trat.fung.	BRSGO 7560	Bacuri	Flora
Trat 1	25,6 a,a	100 a,c	44,5 a,b
Trat 2	19,4 a,a	25,1 b,a	19,3 b,a
Trat 3	14,3 a,a	12,3 c,a	10,0 b,a
Trat 4	12,3 b,a	2,3 c,a	10,8 b,a
Trat 5	2,1 b,a	3,1 c,a	2,4 b,a
<b>Media</b>	<b>14,7 a</b>	<b>28,6 b</b>	<b>17,6 a</b>
Media Geral	20,3		

Portanto os resultados obtidos revelam o alto nível de resistência a ferrugem da soja da cultivar BRSGO 7560, sendo uma ótima opção para plantio e uma ferramenta fundamental para o manejo da doença.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 4th ed. California, Academic Press. 1997.
- ARIAS, C.A.A., RIBEIRO, A.S., YORINORI, J.T., BROGIN, R.L., OLIVEIRA, M.F. & TOLEDO, J.F.F. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi* Sidow). Anais, VII World soybean research conference, Foz do Iguaçu, PR. 2004. p.100.
- CANTERI, M.G., ALTHAUS, R.A., VIRGENS FILHO, J.S., GIGLIOTI, E.A. & GODOY, C.V. SASM-Agri – Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação 1:18-24. 2001.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stage of soybean development. Iowa State University. Special report 80, March, 1981.
- HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major genes conferring to rust in soybeans. Crop Science 26: 1135-1136. 1986.
- SAS Institute. 2000. SAS user's guide. SAS Inst., Cary, NC.



## EFEITOS DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SUBSTRATO E DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA NO PROCESSO DE GERMINAÇÃO

### RELATIONSHIP AMONG WATER AVAILABILITY AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS ON THE GERMINATION PROCESS

VAZQUEZ, G. H.<sup>1</sup>; VANZELA, L. S.<sup>1</sup>; VIANA, R. L.<sup>2</sup>; SILVA, T. F.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Professores da Universidade Camilo Castelo Branco, Caixa Postal 221, CEP 15600-000 Fernandópolis, SP, <sup>2</sup>Ex-alunos do curso de Agronomia da UNICASTELO, Fernandópolis, SP; e-mail: gisele.vazquez@unicastelo.br

#### Resumo

Para a germinação das sementes é necessário que ocorra um conjunto de condições favoráveis para que esta se realize de forma satisfatória. O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos da qualidade fisiológica das sementes e da disponibilidade hídrica do solo no processo germinativo da soja. O experimento foi instalado em abril de 2008 em vasos na casa de vegetação da UNICASTELO em Fernandópolis-SP e a cultivar utilizada foi a NK 7059 RR. Os tratamentos principais estudados foram seis níveis de qualidade fisiológica das sementes (lotes com germinação de 76%, 83%, 90%, 91%, 97% e 100%). Como tratamentos secundários avaliaram-se diferentes níveis de umidade no solo pela irrigação (100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de água disponível - CAD), sendo os mesmos, mantidos por pesagens diárias até o final do experimento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, totalizando 24 tratamentos com quatro repetições de 50 sementes. Após 15 dias da semeadura os dados obtidos permitiram concluir que: o nível de irrigação de 75% da capacidade de campo proporciona as maiores porcentagens de emergência de plântulas de soja; quanto mais elevada a qualidade fisiológica das sementes, maior é a porcentagem e a velocidade de emergência e a altura das plântulas, não havendo interferência sobre a massa de matéria seca e finalmente, quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior é a massa de matéria seca das plântulas de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, vigor, água e irrigação

#### Introdução

A obtenção de sementes de alta qualidade representa a meta prioritária dentro do processo de produção, pois de um modo geral, a germinação e a emergência das plântulas são reflexos da qualidade fisiológica. A causa das falhas de germinação, ou mesmo da redução da velocidade de emergência, freqüentemente é atribuída ao baixo vigor da semente, associado ao processo de deterioração.

Para a germinação das sementes é necessário que ocorra um conjunto de condições favoráveis para que esta se realize de forma satisfatória. Neste processo, a primeira etapa na seqüência de eventos que culminam com a retomada do crescimento do embrião (emissão da radícula) é a embebição. Quando há restrições à disponibilidade hídrica, a semente inicia a germinação e, não havendo água suficiente para a sua continuidade, pode ocorrer a morte do embrião (HOBBS & OBENDORF, 1972). De acordo com MARCOS FILHO (2005) quando as condições ambientais são ligeiramente desfavoráveis, mas o lote apresenta vigor elevado, poucas sementes deixam de germinar, entretanto, quando há declínio do vigor, uma proporção cada vez mais elevada de sementes não é capaz de tolerar estresses, como por exemplo, déficits hídricos. O presente experimento justifica-se pelo fato de haver na literatura poucos trabalhos que relacionem a capacidade germinativa de sementes de soja de lotes de qualidade fisiológica distinta quando essas são submetidas a diferentes disponibilidades de água no

momento da sementeira.

#### Material e métodos

O experimento foi conduzido em vasos de 25 cm de altura, 23,3 cm de diâmetro superior e 16 cm de inferior na casa de vegetação da UNICASTELO em Fernandópolis-SP. A sementeira foi efetuada em solo de textura média-arenosa no dia 24/04/2008 utilizando-se 6 lotes de mesma peneira da cultivar de soja NK 7059 RR. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, sendo os tratamentos principais constituídos de seis níveis de qualidade fisiológica das sementes (lotes com germinação de 76%, 83%, 90%, 91%, 97% e 100%) e os tratamentos secundários de diferentes 4 níveis de umidade no solo pela irrigação (100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de água disponível - CAD), com quatro repetições de 50 sementes. Como os fatores analisados foram quantitativos, a análise estatística constituiu-se na análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

Após a recepção, os lotes de sementes foram devidamente identificados, homogeneizados e procedeu-se a determinação da qualidade fisiológica através de testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, emergência em campo e condutividade elétrica. A partir desses resultados os lotes foram caracterizados da seguinte forma: lotes 1 e 2 (76% e 83 % de germinação, respectivamente, qualidade fisiológica inferior), lotes 3 e 4 (90% e 91% de germinação, respectivamente, qualidade fisiológica intermediária) e lotes 5 e 6 (97% e 100% de germinação, respectivamente, qualidade fisiológica alta).

Os tratamentos secundários foram obtidos em relação ao solo com umidade na CC. Para isto determinou-se a massa do vaso com o solo de umidade na capacidade de campo (11,7 kg) e somente a massa de água necessária para elevar a umidade à capacidade de campo (1,8 kg = 1800 mL), sendo que desta, 55% correspondeu a capacidade de água disponível - CAD (990 mL). Após a elevação da umidade do solo nos vasos à capacidade de campo no início do experimento, o manejo da irrigação consistiu em aplicar água ao solo toda vez que a água disponível atual atingisse 55% da CAD, ou seja, uma quantidade correspondente a 45% da CAD (446 mL). Assim, a primeira aplicação de água no solo em todos os vasos para atingir os tratamentos de 100%, 75%, 50% e 25% da CAD, foi de 1800, 1350, 900 e 450 mL, respectivamente. As demais irrigações foram realizadas quando a média de peso dos vasos do tratamento de 100% da CAD atingia o valor de 11,254 kg. Os vasos foram pesados diariamente e quando necessário, irrigados com 446, 334, 222 e 111 mL, respectivamente, para os tratamentos de 100%, 75%, 50% e 25% da CAD. Após 15 dias da sementeira, as seguintes variáveis foram analisadas: porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), altura e massa de matéria seca da parte aérea das plântulas.

#### Resultados, discussão e conclusões

O resultado da interação germinação x nível de irrigação sobre a emergência, foi altamente significativo; o mesmo aconteceu para os fatores de nível de irrigação e germinação. Por sua vez, a análise do desdobramento do fator nível de irrigação dentro de germinação, para cada lote, apresentou valores altamente significativos da emergência (Figura 1). Esses resultados indicam que existe um acréscimo na porcentagem de emergência de acordo com o aumento do nível de irrigação, havendo um pico próximo de 75% da CAD, independente da qualidade fisiológica do lote. Acima desse valor, ocorrem decréscimos na emergência, provavelmente, devido à deficiência de oxigênio. De acordo com os dados da Figura 2 (A) verificaram-se maiores valores de emergência para os lotes de melhor qualidade fisiológica (100, 97 e 91%) e os menores para os lotes inferiores (90, 83 e 76%) ao nível de irrigação de 75% da CAD.

Os fatores germinação e nível de irrigação apresentaram interferência sobre o IVE; a interação germinação x nível de irrigação também foi altamente significativa. Os dados da Figura 3 indicam haver uma maior velocidade de emergência para os lotes de maior qualidade fisiológica, independente da quantidade de água. A água que a semente absorve no início da germinação ativa seu metabolismo, com a liberação de energia, parte dela pode ser gasta para restaurar tecidos injuriados. Quanto maior for a extensão das injúrias, maiores serão os gastos de energia e tempo para repará-las. Só depois de concluída a restauração é que pode ter prosseguimento o processo de germinação. A estimativa dos valores de velocidade de emergência (Figura 2 B) também atesta a superioridade dos lotes de maior qualidade fisiológica em todos os níveis de irrigação estudados.

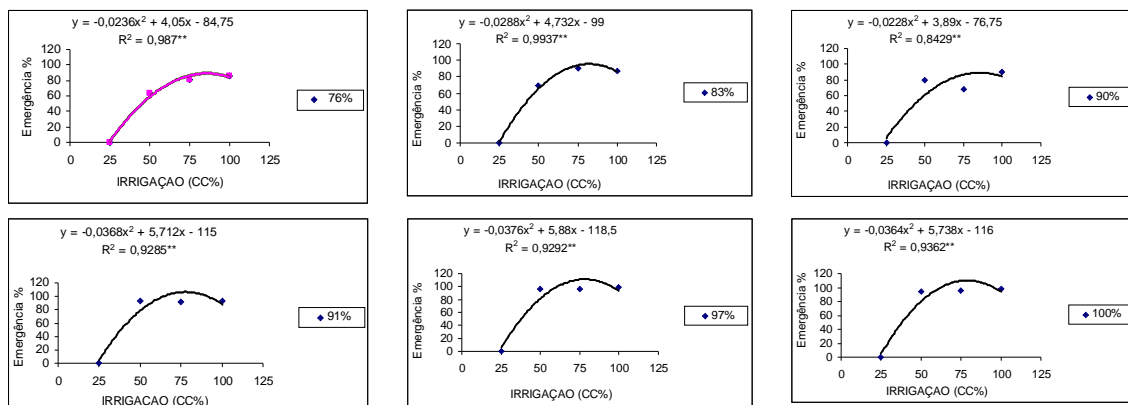


Fig. 1. Percentagem de emergência de soja de acordo com a germinação de cada lote avaliado e o nível de irrigação após 15 dias da semeadura.

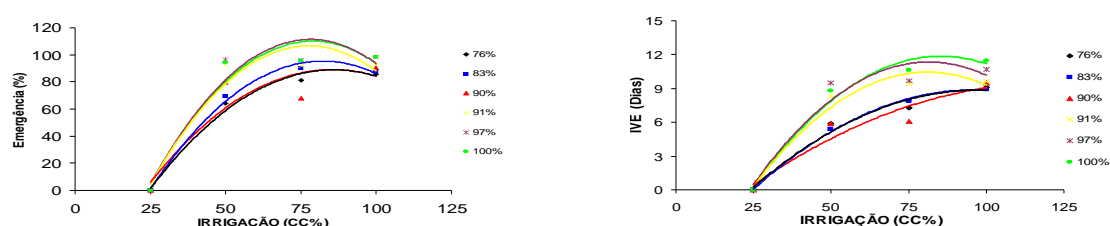


Fig. 2. Percentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência – IVE (B) para todos os lotes de soja após 15 dias da semeadura.

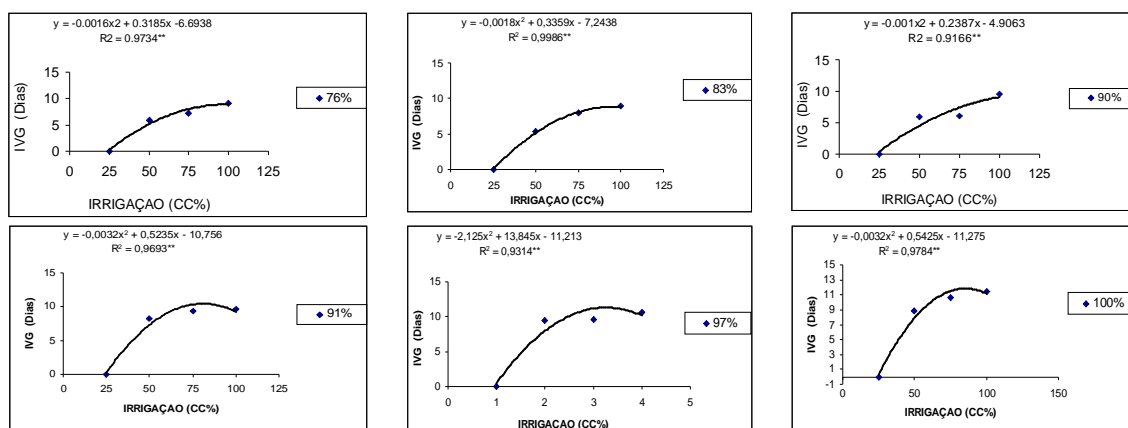


Fig. 3. Índice de velocidade de emergência de soja de acordo com a germinação de cada lote avaliado e o nível de irrigação após 15 dias da semeadura.

Os resultados obtidos de altura das plântulas e massa de matéria seca da parte aérea (não apresentados) indicam haver um maior desenvolvimento das plântulas em função do aumento disponibilidade hídrica. Por outro lado, lotes de alta qualidade fisiológica originam plântulas com maiores alturas, não havendo interferência sobre a massa de matéria seca.

Portanto, os resultados obtidos permitiram concluir que: o tratamento de 75% da CAD proporciona as maiores porcentagens de emergência de plântulas de soja; quanto mais elevada a qualidade fisiológica das sementes, maior é a porcentagem e a velocidade de emergência e a altura das plântulas, não havendo interferência sobre a massa de matéria seca e quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior é a massa da matéria seca.

#### Referências

HOBBS, P.R.; OBENDORF, R.L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, v.13, p.664-667, 1972.  
MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

## EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE CIS-JASMONE NO TEOR DE FLAVONÓIDES, NO DESFOLHAMENTO DA SOJA E NO GANHO DE PESO DE *Anticarsia gemmatalis*

EFFECT OF SPRAYED CIS-JASMONE ON THE FLAVONOID CONTENT, DEFOLIATION OF SOYBEAN AND ON *Anticarsia gemmatalis* GAIN OF WEIGH

FERNANDEZ, L. A.<sup>1,4</sup>; GRAÇA, J. P.<sup>2,4</sup>; JANEGITZ, T.<sup>1,4</sup>; MAEDA, J. M.<sup>3,4</sup>; BALESTRI, M.R.D.<sup>1,4</sup>; OLIVEIRA, M. C. N. DE<sup>4</sup>; HOFFMANN-CAMPO, C. B.<sup>4</sup>. <sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL; <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP; <sup>3</sup>Universidade Estadual Norte do Paraná – UENP; <sup>4</sup>Embrapa Soja.

### Resumo

O efeito da aplicação foliar do cis-jasmone (CJ) no desfolhamento e ganho de peso de *A. gemmatalis* e na indução de compostos não-voláteis em soja, foi avaliado em duas cultivares de soja: IAC 100 e BRS 134. Os ensaios foram realizados comparando-se aos tratamentos onde se aplicou água, Tween 20 + Água e CJ aplicado sobre folhas de soja. Os resultados indicam que o desfolhamento foi menor nas plantas tratadas com CJ e que na média foi menor em IAC 100. Quanto ao ganho de peso (peso final – peso inicial), as lagartas alimentadas com folhas de IAC 100, após a aplicação de água ou tween 20 + água, ganharam menos peso, em comparação com as lagartas alimentadas com folhas de BRS 134, no entanto, quando se aplicou CJ não houve diferenças entre as cultivares. A aplicação de CJ provocou aumento nas concentrações dos compostos, tanto em IAC 100 (genistina, malonil genistina e rutina) como em BRS 134 (genistina, malonil e acetil genistina). Em todos os tratamentos, as concentrações de genistina, acetil genistina e rutina foram maiores em IAC 100 do que em BRS 134. As concentrações dos flavonóides variaram com o tempo sendo maior nos dois primeiros períodos de análise (72h e 96h). Os resultados obtidos sugerem que aplicação de CJ afetou mais as lagartas alimentadas com BRS 134 do que com IAC 100. Como a concentração de flavonóides foi sempre maior em IAC 100, o menor ganho de peso das lagartas que se alimentaram de BRS 134, possivelmente, não está relacionado com a maior produção de flavonóides. Assim, estudos adicionais envolvendo outros fatores de resistência como presença de tricomas e atividade enzimática deverão ser realizados.

Palavras chaves: *Glycine max*, indução de resistência, genistina, malonil genistina, acetil genistina, rutina

### Introdução

Os insetos são fatores importantes na redução da produtividade de soja e outras espécies vegetais cultivadas. Na cultura da soja (*Glycine max*), *Anticarsia gemmatalis*, também conhecida como lagarta-da-soja, é umas das principais pragas desfolhadoras e, no Brasil, encontra-se distribuída em praticamente todas as áreas de cultivo (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Inúmeras substâncias do metabolismo secundário em plantas estão envolvidas direta ou indiretamente na defesa contra insetos herbívoros e patógenos (MORAIS et al., 2008). O cis-jasmone é estruturalmente relacionado com ácido jasmônico e metil-jasmonato e tem sido considerado adequado para ser utilizado como um agente artificial de indução (BRUCE et al. 2008). Em trigo, esse composto foi relacionado com o aumento de voláteis como os ácidos hidroxâmicos (MORAES ET AL. 2008). No entanto, o seu efeito na indução de substâncias não-voláteis não está suficientemente estudado. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar do cis-jasmone no desfolhamento e ganho de peso de *A. gemmatalis* e na indução de compostos não-voláteis em soja.

### Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Soja, utilizando-se duas cultivares de soja, IAC 100 e BRS 134. No estádio V2, com pulverizador costal, aplicou-se sobre as plantas: água, tween + água e cis-jasmone + tween 20, com 10 repetições cada um dos tratamentos. Após 48 h da aplicação dos tratamentos, as lagartas de *A. gemmatalis*, no

terceiro instar, foram pesadas e transferidas para gaiolas confeccionadas com duas partes inferiores de placas de Petri (6 cm de diâmetro), que foram presas com elásticos ao pecíolo da primeira folha trifoliolada de uma das plantas. Após 72, 96, 120 e 144 h da aplicação, coletou-se uma das plantas de cada repetição para a realização das análises cromatográficas.

Quando foi realizada a última coleta de folhas (144h), as lagartas foram retiradas e, pesadas e a porcentagem de desfolha causada pelas lagartas foi estimada visualmente. Para a realização das análises cromatográficas, as folhas foram maceradas, em nitrogênio líquido, com auxílio de um almofariz. Após a maceração, 200mg de tecido foliar foram retirados, acrescentando-se 2 mL de metanol 90% e levados ao ultrassom por 20 min. Os extratos obtidos foram, na seqüência, filtrados e secos em nitrogênio gasoso. Os extratos depois de secos, foram resolubilizados em 1,5 mL de metanol 80% e injetados no HPLC (High-performance liquid chromatography) para identificação e quantificação dos flavonóides.

### Resultado e discussão

As análises estatísticas revelaram que a interação entre os fatores cultivar X tratamento foi significativa apenas na avaliação de ganho de peso. Na avaliação de desfolha observou-se efeito significativo dos tratamentos sobre cultivares, porém sem haver interação entre eles. Em relação às concentrações de flavonóides as plantas responderam significativamente tanto em relação aos tratamentos, como ao tempo e aos genótipos. Todas as interações foram significativas, exceto genótipo x tempo, para malonil genistina, genótipo x tratamento e tratamento x tempo, para acetil genistina.

Em geral, a porcentagem média de desfolha foi menor na cultivar IAC 100, do que na BRS 134. Porém, quando se aplicou CJ, o desfolhamento em BRS 134 diminuiu 26,0% e 29,0% em relação à aplicação tween + água e de água, respectivamente (Tabela 1); em IAC 100 esta diferença foi de 12,9% e 11,9%. Quando se aplicou água ou água + tween, as lagartas alimentadas com folhas da IAC 100 ganharam menos peso, em comparação com aquelas alimentadas com folhas da BRS 134, evidenciando a característica de resistência constitutiva a insetos desfolhadores. Porém, após a aplicação de CJ, o ganho de peso das lagartas alimentadas com folhas das duas cultivares não diferiu estatisticamente, sugerindo a indução de compostos de defesa, não somente no genótipo resistente (IAC 100) como também no suscetível (BRS 134). Em relação à BRS 134, a aplicação do CJ diminuiu, aproximadamente, pela metade o peso das lagartas comparado aos demais tratamentos (água ou água + Tween). Assim, estudos adicionais envolvendo outros fatores de resistência como presença de tricomas e atividade enzimática deverão ser realizados.

Tabela 1. Porcentagem de desfolha (%) e ganho de peso de *A. gemmatilis* alimentada com folhas das cultivares IAC 100 e BRS 134 pulverizadas com diferentes tratamentos

Tratamentos	% de desfolha			Ganho de peso		
	IAC 100	BRS 134	Média	IAC 100	BRS 134	Média
Cis-jasmone + tween	42,50	50,00	46,25 b	43,30 A b	50,61 A b	46,95
Tween 20 + Água	55,40	76,00	65,70 a	59,24 B a	90,88 A a	75,07
Água	54,38	79,00	66,69 a	52,63 B ab	98,67 A a	75,65
Médias	50,76 B	68,33 A	-	51,73	80,06	-
Valor de F Cultivar	35,74***			56,39***		
Valor de F Tratamento	18,43***			29,81***		
Cultivar x Tratamento	2,28 <sup>ns</sup>			10,07**		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. NS, não significativo. \*\*\*,  $P \leq 0.001$

Diversos compostos fenólicos (ácido clorogênico, genistina, canferol glicosídeo, rutina, quercitina glicosídeo, canferol glicosídeo, isoramnetina glicosídeos, malonil genistina e acetil genistina) foram identificados nas amostras de folhas de IAC 100 e BRS 134. Porém, foi quantificado apenas aqueles que, nos cromatogramas, foi possível verificar um aumento na altura dos picos, sugerindo o aumento na concentração após a aplicação dos tratamentos. A aplicação de CJ provocou aumento nas concentrações de composto tanto em IAC 100 (genistina, malonil genistina e rutina) como em BRS 134 (genistina, malonil e acetil genistina) (Tabela 2). Comparando-se os genótipos, observou-se em todos os tratamentos, que as

concentrações de genistina, acetil genistina e rutina em IAC 100 foram maiores do que em BRS 134.

Tabela 2 – Efeito de pulverização com diferentes produtos na concentração de flavonóides em dois genótipos de soja

Flavonóides	Tratamentos	IAC 100	BRS 134
Genistina	Cis-jasmone	0,1033 A a	0,0326 B a
	Tween	0,0546 A b	0,0132 B b
	Água	0,0496 A b	0,0215 B b
Malonil Genistina	Cis-jasmone	0,1728 A a	0,1182 B a
	Tween	0,1358 A b	0,0683 B ab
	Água	0,1033 A c	0,0956 A b
Acetil Genistina	Cis-jasmone	0,0374 A a	0,0233 B a
	Tween	0,0321 A a	0,0149 B b
	Água	0,0359 A a	0,0184 B ab
Rutina	Cis-jasmone	0,0525 A a	0,0125 B a
	Tween	0,0317 A c	0,0102 B a
	Água	0,0384 A b	0,0121 B a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 3, pode-se observar que, independentemente, do tratamento, o tempo afetou as concentrações de flavonóides nos dois genótipos. Em geral, as concentrações dos flavonóides foram maiores nos dois primeiros períodos de tempo após a pulverização (76h e 96h), diminuindo a partir de 120h, sendo sempre maiores em IAC 100 do que em BRS 134. Dessa forma, os dados obtidos sugerem que, possivelmente, outros fatores de defesa podem ter interferido na alimentação das lagartas, considerando-se que a percentagem de desfolhamento e o ganho de peso das lagartas alimentadas em BRS 134 diminuiram mais acentuadamente, após a aplicação de CJ, em relação aos demais tratamentos (tween+ água e água). Assim, estudos adicionais estimando-se outros fatores de resistência, como atividade enzimática, presença de tricomas, deverão ser realizados.

Tabela 3 – Efeito do tempo na concentração de flavonóides em dois genótipos de soja após a pulverização com cis-jasmone + tween, tween + água e água

		72h	96h	120h	144h
Genistina	IAC 100	0,0874 A a	0,0770 AB a	0,0437 C a	0,0682 B a
	BRS 134	0,0294 A b	0,0242 AB b	0,0113 B b	0,0247 A b
Malonil Genistina	IAC 100	0,2046 A a	0,1608 B a	0,0721 C a	0,1118 D a
	BRS 134	0,1405 A b	0,1391 A a	0,0437 B b	0,0527 B b
Acetil Genistina	IAC 100	0,0415 A a	0,0398 A a	0,0346 A a	0,0246 B a
	BRS 134	0,0202 A b	0,0240 A b	0,0131 B b	0,0182 AB b
Rutina	IAC 100	0,0519 A a	0,0525 A a	0,0279 B a	0,0312 B a
	BRS 134	0,0139 AB b	0,0160 A b	0,0084 B b	0,0081 B b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### Referências

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. de. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina, Embrapa Soja, Circular Técnica n.30, 2000, 70p.

MORAIS, M.C.B; BIRKETT, M.A; GORDON WEEKS, R.; SMART, L.E; MARTIN, J.L; PYE, B.J; BROMILOW, R; PICKETT, J.A. *Cis-Jasmone induces accumulation of defense compounds in wheat, *Triticum aestivum**. **Phytochemistry** v. 69, p.9-17, 2008.

BRUCE T.J.A.; MATTHES, M.C; CHAMBERLAIN, K.; WOODCOCK, C.M.; MOHIB, A.; WEBSTER, B.; SMART, L. E.; BIRKETT, M.A.; PICKETT, J.A.; NAPIER, J.A. *Cis-jasmone induces *Arabidopsis* genes that affect the chemical ecology of multitrophic interactions with aphids and their parasitoids*. **Plant Biology**. v. 105 n. 12, 2008.

## EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE ROCHAS FONTES DE POTÁSSIO PARA CULTURA DA SOJA NA REGIÃO DO ARENITO, ESTADO DO PARANÁ

AGRONOMIC EFFECTIVENESS OF POTASSIUM ROCK SOURCES FOR SOYBEAN IN "ARENITO" REGION OF PARANA STATE, BRAZIL

MIYAMOTO, F.M.<sup>1</sup>; SILVA, J.M.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, F.A.de <sup>2</sup>; CASTRO, C. de<sup>2</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A.de <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica (IC/CNPq), <sup>2</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR; e-mail: [miyamoto@cnpso.embrapa.br](mailto:miyamoto@cnpso.embrapa.br)

### Resumo

O trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência agronômica (EA) de rochas fontes de K, quando comparadas as fontes de alta solubilidade, para a cultura da soja. Para isso, o experimento foi instalado em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa/média, no município de Jaguapitã-PR, com baixo teor de K trocável. O esquema experimental consistiu num fatorial (4 x 4), quatro fontes de K (fontes padrão: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e as Rochas Ultramáfica e Biotita Xisto) e quatro doses (0, 75, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), sendo os tratamentos alocados em blocos ao acaso, com cinco repetições. Não foi verificado, para as quatro fontes, incremento na produtividade com doses superiores a 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Além disso, a EA das rochas foram estatisticamente idêntica a das fontes solúveis. Portanto, muito embora as produtividades tenham sido baixas, as rochas potássicas resultaram em resposta semelhante à obtida com as fontes solúveis indicando o provável potencial de utilização destas fontes.

Palavras-chave: Rochas Potássicas, Fontes de K, Adubação, Fertilidade do Solo

### Introdução

O fornecimento de nutrientes para as culturas vem sendo em sua maioria, realizado por meio de fontes industrializadas, que apresentam alta concentração de nutrientes e, em alguns casos, ocorre à necessidade de importação de matérias-primas.

Sabe-se que, atualmente, o custo com correção do solo e adubação para a cultura da soja, por exemplo, representa aproximadamente 40 % do custo total. Ou seja, considerando que para a soja não é necessário aplicar nitrogênio via adubação mineral, este custo estaria diretamente relacionado às práticas como calagem, adubação fosfatada e potássica, além da aplicação de enxofre e micronutrientes.

Embora existam no Brasil fontes produtoras de potássio, o País continua dependente da importação para suprir o consumo interno. Dentre os fertilizantes potássicos, a aquisição de cloreto de potássio (KCl) é responsável por grande parte dos custos com a importação de matérias-primas de fertilizantes no Brasil. Estudos relacionados à fontes alternativas de K, mais precisamente rochas contendo minerais potássicos, vêm sendo conduzidos e a princípio os resultados indicam viabilidade de utilização de alguns materiais ricos em Flogopita e/ou Biotita (Micas), podendo-se mencionar as rochas Ultramáfica e a Biotita Xisto. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência agronômica (EA) de rochas fontes de K, quando comparadas as fontes de alta solubilidade, para a cultura da soja verificando qual tratamento apresentava mais resposta de produtividade na cultura da soja neste solo de textura arenosa onde o ensaio foi realizado.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado em novembro de 2006, em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa/média localizado em Jaguapitã – PR, com teor de K de 0,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K trocável na camada superficial (0-20 cm) e 0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, na camada de 20 a 40 cm. O esquema experimental consistiu num fatorial 4 x 4, ou seja, quatro fontes de potássio (fontes padrão: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e as Rochas Ultramáfica e Biotita Xisto) e quatro doses (0, 75, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), totalizando 16 tratamentos. O delineamento foi em blocos completamente casualizados, com cinco repetições. Á área total das parcelas foi de 30 m<sup>2</sup>

(5 x 6 m). Na Tabela 1, pode-se visualizar as concentrações de K utilizadas para fins de cálculos das quantidades aplicadas.

Tabela 1. Concentrações de potássio nas rochas potássicas e nos fertilizantes solúveis

Fontes de K	Concentração <sup>1</sup> de K <sub>2</sub> O (%)
Ultramáfica	4,25
Biotita Xisto	3,44
KCl	58
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	44

<sup>1</sup> Concentrações totais para as rochas potássicas e solúveis em água para as demais fontes

Os tratamentos foram aplicados em outubro de 2006, sendo o experimento semeado no início de Novembro de 2006 com a cultivar BRS-184. A principal variável analisada foi a produtividade da cultura, sendo este o parâmetro utilizado para calcular a EA das fontes de K.

A análise estatística para a EA das fontes foi realizada utilizando o teste t, comparando-se os coeficientes angulares dos modelos, conforme descrito por Chien et al. (1990). Para isso, torna-se necessário ajustar modelos com no máximo dois parâmetros, tais como: o linear, o semi-raizquadrático e o semi-logarítmico. Optou-se pelo modelo que apresentasse melhor coeficiente de determinação e menor coeficiente de variação.

A partir da razão entre os estimadores do modelo tendo-se como denominador o valor obtido com a fonte padrão foi determinado o Índice de Eficiência Agrônômica (IEA), expressando-se o mesmo em porcentagem.

### Resultados. Discussão e Conclusões

O modelo que melhor se ajustou a resposta da cultura foi o semi-logarítmico (Figura 1), e, na Tabela 2, estão apresentadas as estimativas dos parâmetros para o modelo ajustado, bem como, os respectivos valores de IEA.

Pela análise de regressão, não foi observado diferença entre as fontes de K e também não houve incremento na produtividade de soja a partir dos 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O, independentemente das fontes. Muito provavelmente, a ausência de diferenças estatísticas entre as fontes está associada às baixas produtividades (máximo de 2000 kg/ha), devido a baixa disponibilidade hídrica durante a safra 2006/07.

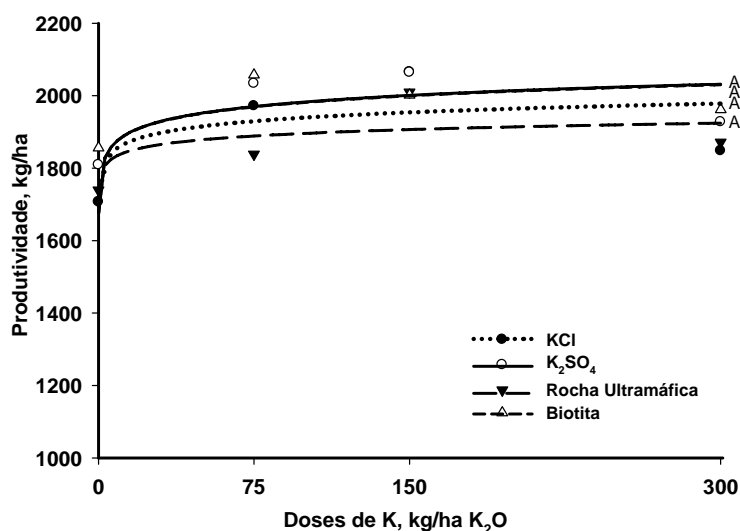


Fig. 1. Produtividade de grãos de soja em função das doses de K. Jaguapitã, Safra 2006/07.



Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da equação de regressão<sup>1</sup> ajustada para a produtividade de soja em função das doses de K aplicadas e, os respectivos valores de Índice de Eficiência Agrônômica (IEA). Safra 2006/07, Jaguapitã, PR

Fonte de K	Parâmetro	Produtividade de soja	
		Estimativa dos parâmetros	IEA
			%
	$\beta_0$	1778,00000	
KCl	$\beta_1$	35,07230** A	100
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\beta_2$	44,47916** A	127
Ultramáfica	$\beta_3$	25,61933* A	73
Biotita Xisto	$\beta_4$	44,21714** A	126
CV (%)	4,56		
R <sup>2</sup>	0,99		

<sup>1</sup> Modelo Logarítmico

\*\*;\* significativo ao nível de 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente;

Portanto, muito embora as produtividades tenham sido baixas, as rochas potássicas resultaram em resposta semelhante à obtida com as fontes solúveis indicando o provável potencial de utilização destas fontes. Entretanto, estudos adicionais em condições de alto potencial de produção são necessários.

#### Referências

CHIEN, S.H.; SALE, P.W.G.; FRIESEN, D.K. A discussion of the methods for comparing the relative effectiveness of phosphate fertilizers varying in solubility. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 24, p. 1 49-157, 1990.